Operador Nacional do Sistema Elétrico

REGRAS PARA OPERAÇÃO DE CONTROLE DE CHEIAS - BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO (CICLO 2021-2022)

Operador Nacional do Sistema Elétrico
Diretoria de Planejamento Programação da Operação
Rua Júlio do Carmo, 251, Centro
20211-160 Rio de Janeiro RJ
Tel (+21) 3444-9000 fax (+21) 3444-9444

© 2016/ONS
Todos os direitos reservados.
Qualquer alteração é proibida sem autorização.

RT-ONS DOP 0368/2021

REGRAS PARA OPERAÇÃO DE CONTROLE DE CHEIAS - BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO (CICLO 2021-2022)

Setembro de 2021

Sumário

1	**Introdução**	**5**
2	**Metodologia para operação de controle de cheias**	**6**
2.1	Aspectos gerais	6
2.2	Premissas Básicas	9
2.2.1	Caracterização de cheia na bacia hidrográfica	9
a)	Vazões nos pontos de controle	9
b)	Vazões previstas	9
2.2.2	Ocupação de volumes de espera dos reservatórios	10
2.2.3	Indicativo de violação das restrições hidráulicas de vazões máximas na bacia hidrográfica	10
2.3	Critérios gerais para a caracterização da situação de operação de controle de cheias	11
2.4	Procedimentos operativos gerais	14
2.4.1	Procedimentos prévios ao período de controle de cheias	14
2.4.2	Procedimentos para a situação de operação normal	14
2.4.3	Procedimentos para a situação de operação em atenção para controle de cheias	14
2.4.4	Procedimentos para a situação de operação em alerta para controle de cheias	15
2.4.5	Procedimentos para a situação de operação em emergência para controle de cheias	16
2.5	Declaração da situação de operação de controle de cheias	17
3	**Aplicação da metodologia**	**17**
3.1	Sistemas de reservatórios	18
3.2	Situação de operação atenção para o período de controle de cheias	27
3.3	Situação de operação em alerta para controle de cheias	28
3.3.1	Três Marias	28
3.3.2	Queimado	30
3.3.3	Sobradinho	31
3.3.4	Itaparica	33
3.3.5	Moxotó	35
3.3.6	Xingó	35
3.4	Situação de operação em emergência para controle de cheias	35
3.4.1	Sobradinho	36
3.4.2	Itaparica	36
3.4.3	Moxotó	36
3.5	Caracterização semanal da situação de operação de controle de cheias	36
3.5.1	Sistemas de reservatórios independentes	37

3.6 Caracterização diária da situação de operação de controle de cheias 37
3.6.1 Sistemas de reservatórios independentes 37

4 Sistema de coleta e disponibilidade de dados 39
4.1 Rede hidrométrica 39

5 Conclusões e recomendações 40
Referências bibliográficas 42
Anexo 1 Esquema topológico da bacia 43
Anexo 2 Volumes de espera para controle de cheias - estação chuvosa 2021/2022 45
Anexo 3 Volumes de espera para estabelecimento das faixas de operação em Atenção e Alerta (VEATAL) para controle de cheias 47
Anexo 4 Diagramas de operação Normal/Atenção 49
Anexo 5 Diagramas de operação em emergência 65
Anexo 6 Rede hidrométrica – localização das estações 91
Anexo 7 Rede hidrométrica – características das estações 95
Anexo 8 Principais problemas na bacia do rio São Francisco 100

Lista de figuras, quadros e tabelas 102

1 Introdução

O planejamento da operação hidráulica para o controle de cheias dos reservatórios do Sistema Interligado Nacional é realizado em duas etapas. Na primeira são desenvolvidos os estudos de prevenção de cheias, nos quais são determinadas as necessidades de recursos físicos para o controle de cheias. Na segunda etapa são realizados estudos para a definição das regras de operação de controle de cheias, nos quais são estabelecidas as medidas a serem tomadas durante a ocorrência de cheias, tanto de caráter administrativo quanto de engenharia.

Este relatório apresenta as regras de operação de controle de cheias do sistema independente de reservatórios da bacia do rio São Francisco. Estas regras são resultantes dos estudos da segunda etapa do planejamento da operação hidráulica desta bacia, os quais consideram os critérios definidos na nota técnica ONS NT 3/070/2008 – Critérios para caracterização de situações de operação de controle de cheias (ONS, 2008b).

Conforme os Procedimentos de Rede do ONS, descritos no Submódulo 3.7 – Planejamento anual de prevenção de cheias (documento operacional) - do Módulo 3 Planejamento da operação, foram considerados para elaboração deste documento, os resultados dos estudos de prevenção de cheias desta bacia, constantes do relatório "ONS DOP-REL 0322/2021 - *Plano Anual de Prevenção de Cheias – Ciclo 2021/2022*" e suas revisões. Na Tabela 14 do relatório citado anteriormente, são apresentados os volumes de espera e os correspondentes tempos de recorrência adotados para a proteção dos locais sujeitos a restrições de vazões na bacia do rio São Francisco, em seu período de controle de cheias.

A evolução dos volumes de espera e dos respectivos níveis meta para controle de cheias dos reservatórios da bacia do São Francisco, ao longo da estação chuvosa, é mostrada no Anexo 2. O presente relatório apresenta também as regras para utilização desses volumes de espera durante a operação normal, atenção, alerta e para a operação em emergência, na ocorrência de cheias com tempos de recorrência superiores ao adotado. O Quadro 1 apresenta as principais características dos aproveitamentos da bacia do rio São Francisco, cujas restrições operativas hidráulicas foram retiradas da primeira revisão de 2018 do Inventário das Restrições Operativas Hidráulicas dos Aproveitamentos Hidrelétricos – DOP-REL-0011/2018.

Quadro 1 Principais características dos aproveitamentos da bacia do rio São Francisco

AGENTE	APROVEITAMENTO	DIST ATÉ A FOZ (km)	A.D. (km²)	V.U. (km³)	POT.INST. (MW)	REST.OPERAT. MONT. (m)	REST.OPERAT. JUS. (m³/s)
CEMIG	TRÊS MARIAS	2.220	50.732	15,278	396	-	4.000(1)
CEMIG	QUEIMADO		3.760	0,389	105	-	300(2)
CHESF	SOBRADINHO	800	499.084	28,669	1.050	-	8.000
CHESF	ITAPARICA	310	593.384	3,549	1.500	NAmax= 304,00(3)	8.000
CHESF	MOXOTÓ	270	606.270	0,158	400	-	-
CHESF	P.AFONSOI,II e III	270	606.294	0,000	1.423	-	-
CHESF	P.AFONSO IV	270	606.270	0,000	2.460	-	-
CHESF	XINGÓ	210	610.544	0,065	3.000	-	8.000

(1) Na cidade de Pirapora
(2) Na cidade de Unaí
(3) Na cidade de Belém do São Francisco

Desde fevereiro de 2013 que nas bacias hidrográficas do subsistema Nordeste as afluências encontram-se em patamares inferiores à média histórica de cada mês. Entretanto, considerando as incertezas associadas à própria aleatoriedade do processo hidrológico, aliado ao processo de mudanças climáticas em nosso planeta, torna-se necessário que ao início de cada novo ciclo hidrológico se calculem os volumes de espera nos aproveitamentos hidroelétricos, recursos necessários ao controle de possíveis cheias que venham a ocorrer.

2 Metodologia para operação de controle de cheias

2.1 Aspectos gerais

Conforme estabelecido no Submódulo 3.7 – *Planejamento Anual de Prevenção de Cheias*, os sistemas de reservatórios para controle de cheias podem ser classificados em dois tipos: interdependentes e independentes.

Os sistemas de reservatórios interdependentes para controle de cheias são constituídos por dois ou mais reservatórios operados por diferentes agentes de geração, cujos reservatórios apresentem as seguintes características:

- tenham capacidade de influenciar na proteção de locais situados a jusante de outros reservatórios, sujeitos à restrição de vazão máxima; ou
- possam ser influenciados por outros reservatórios situados a montante, na proteção de locais situados imediatamente a jusante.

Os sistemas de reservatórios para controle de cheias que não apresentem as características anteriormente listadas são classificados como sistemas de reservatórios independentes para controle de cheias.

A situação de operação no período de controle de cheias pode ser classificada em Normal, Atenção, Alerta e Emergência, caracterizadas conforme o Quadro 2 do Submódulo 3.7, mostrado a seguir:

Quadro 2 Caracterização das situações de operação dos sistemas de reservatórios no período de controle de cheias

SITUAÇÃO DE OPERAÇÃO	DESCRIÇÃO
Normal	Não há caracterização de cheia, não há ocupação de volumes de espera e não há indicativo de violação de restrições hidráulicas de vazões máximas consideradas ou não no Plano Anual de Prevenção de Cheias - PAPC.
Atenção	Há caracterização de cheia ou há ocupação de volumes de espera; e não há indicativo de violação de restrições hidráulicas de vazões máximas consideradas no PAPC; e não há indicativo de violação de restrição hidráulica de vazões máximas não considerada no PAPC.
Alerta	Há caracterização de cheia, há ocupação de volumes de espera e há indicativo de violação das restrições hidráulicas de vazões máximas consideradas no PAPC; ou há indicativo de violação de restrição hidráulica de vazões máximas não considerada no PAPC.
Emergência	Há caracterização de cheia, há ocupação de volumes de espera e há violação de restrições hidráulicas de vazões máximas consideradas no PAPC; ou há violação de restrição hidráulica de vazões máximas não considerada no PAPC.

De acordo com o item 2.1 do Submódulo 3.7, documento operacional, os critérios para a caracterização da situação de operação são estabelecidos, de forma objetiva, nas regras de operação dos sistemas de reservatórios, elaboradas em conjunto pelo ONS e os agentes de geração, com base nas características de cada reservatório e da bacia hidrográfica associada. Neste contexto, as situações de operação são estabelecidas da seguinte forma:

Nos sistemas de reservatórios para controle de cheias com restrição de vazão máxima a jusante, a situação de operação é caracterizada no ponto de controle e estendida ao(s) aproveitamento(s) hidroelétrico(s) situado(s) imediatamente a montante deste, a partir das vazões afluentes, dos indicativos de risco e dos volumes vazios existentes no sistema de reservatórios. Na apuração dos volumes de espera, são considerados todos os reservatórios situados a montante do local de restrição e que compõem o sistema de reservatórios para controle de cheias.

Nos sistemas de reservatórios para controle de cheias com restrição de nível máximo a montante, a situação de operação é caracterizada no ponto de controle e estendida ao reservatório situado imediatamente a jusante deste e que influencia nesse nível, a partir das vazões afluentes e da influência do reservatório no local da restrição.

Entende-se por ponto de controle o local da restrição estabelecida.

A responsabilidade na operação de controle de cheias em sistemas de reservatórios, que trata o item 3 do Submódulo 3.7, documento responsabilidades, aplica-se somente ao(s) aproveitamento(s) hidroelétrico(s) situado(s) imediatamente a montante do ponto de controle, no caso de restrição de vazão máxima a jusante, e ao reservatório situado imediatamente a jusante do ponto de controle, no caso de restrição de nível máximo a montante.

Apresenta-se, abaixo, as responsabilidades do ONS e dos agentes de geração, na operação hidráulica de controle de cheias desses aproveitamentos, em cada situação de operação:

a) Situação Normal

O ONS é responsável pela definição das defluências médias semanais, conforme estabelecido no Programa Mensal de Operação Energética – PMO (Submódulo 4.3) e suas revisões semanais, bem como pela definição das defluências diárias, conforme estabelecido no Programa Diário de Defluências – PDF (Submódulo 4.5).

Os agentes de geração são responsáveis pela disponibilização dos insumos necessários à definição das defluências médias semanais e diárias, conforme estabelecido no PMO (Submódulo 4.3) e suas revisões semanais, e no PDF (Submódulo 4.5).

b) Situação de Atenção

O ONS é responsável pela consolidação das defluências, a partir da proposição dos agentes de geração, e pela compatibilização do PDF e do PMO, e suas revisões semanais, com essas defluências. O ONS comunica aos agentes de geração as justificativas para as proposições de defluências que não foram implementadas.

Os agentes de geração são responsáveis pela proposição das defluências médias semanais e diárias dos reservatórios integrantes desses sistemas, pela disponibilização dessas defluências para o ONS, bem como pelo acompanhamento da compatibilização do PDF e do PMO, e suas revisões semanais, com essas defluências, realizada pelo ONS.

c) Situações de Alerta e de Emergência

O ONS é responsável pela compatibilização do PDF e do PMO, e suas revisões semanais, com as defluências definidas pelos agentes de geração.

Os agentes de geração são responsáveis pela definição das defluências médias semanais e diárias dos reservatórios integrantes desses sistemas, pela disponibiliza-

ção dessas defluências ao ONS, bem como pelo acompanhamento da compatibilização do PDF e do PMO, e suas revisões semanais, com as defluências definidas pelos agentes de geração, realizada pelo ONS.

2.2 Premissas Básicas

2.2.1 Caracterização de cheia na bacia hidrográfica

Conforme estabelecido no Submódulo 3.7, a caracterização de cheia em uma bacia hidrográfica é definida pela previsão ou ocorrência de vazões naturais, nos pontos de controle, superiores às restrições de vazões máximas consideradas no PAPC.

Os principais pontos a serem considerados nesta caracterização são:

- a obtenção de vazões nos pontos de controle;
- a disponibilidade e o horizonte de previsão;
- a metodologia e processo adotados na obtenção das vazões previstas; e
- a compatibilização dos valores.

a) Vazões nos pontos de controle

Nos casos em que o ponto de controle é o próprio aproveitamento, a vazão é a obtida pelo acompanhamento da operação, porém, se o ponto é distante do aproveitamento, a vazão no ponto deve ser informada pelo agente de geração responsável pela restrição de vazão máxima. A vazão considerada na caracterização é a vazão natural. O ONS, através dos procedimentos de acompanhamento da operação, reconstituirá a vazão natural nos pontos de aproveitamentos hidrelétricos.

Quanto aos pontos de controle, a jusante dos aproveitamentos hidrelétricos, para fins de reconstituição de vazão natural, o ONS deverá receber do agente responsável pela restrição de vazão máxima, as informações de nível e vazão no ponto de controle, além da informação de tempo de translado da água entre o seu aproveitamento hidrelétrico e o ponto de controle. As referidas informações deverão ser definidas e enviadas ao ONS nos processos para a elaboração do Programa Diário de Defluências (PDF).

b) Vazões previstas

O horizonte de previsão é ajustável a cada trecho da bacia, podendo variar de algumas horas até vários dias. São adotados horizontes cujas previsões apresentem confiabilidade.

A metodologia e o processo adotados na previsão devem ser de conhecimento mútuo entre o ONS e os agentes de geração, de forma a permitir uma avaliação da qualidade da previsão obtida. Tanto o ONS, quanto os agentes deverão informar, mediante solicitação da outra parte, as bacias operadas, a rede de postos utilizada, o sistema e a freqüência de coleta de dados, a metodologia básica e/ou modelos

utilizados, a previsão de chuva considerada (se utilizar) e outras informações relevantes. Deve-se buscar a compatibilização dos valores previstos, porém em caso de divergência prevalece a previsão de maior severidade.

2.2.2 Ocupação de volumes de espera dos reservatórios

Para os sistemas de reservatórios independentes para controle de cheias constituídos de um único reservatório de regularização, a ocupação dos volumes de espera dos reservatórios fica caracterizada quando os volumes vazios disponíveis são inferiores aos volumes de espera estabelecidos no Plano Anual de Prevenção de Cheias – PAPC.

Para os sistemas de reservatórios interdependentes para controle de cheias, a ocupação dos volumes de espera dos reservatórios fica caracterizada quando os tempos de recorrência proporcionados pelos volumes vazios disponíveis são inferiores aos tempos de recorrência recomendados no PAPC.

Nos reservatórios onde o controle de cheias não utiliza a metodologia de volumes de espera, deve-se desconsiderar este item na caracterização das situações de operação.

2.2.3 Indicativo de violação das restrições hidráulicas de vazões máximas na bacia hidrográfica

O indicativo de violação das restrições hidráulicas de vazões máximas em um ponto de controle em uma bacia hidrográfica deve considerar:

- os estados de armazenamento dos reservatórios,
- as afluências naturais e regularizadas, observadas e previstas a estes reservatórios; e
- as vazões incrementais observadas e previstas entre os reservatórios e os pontos de controle, caso a contribuição no trecho incremental seja relevante.

Os estados de armazenamento dos reservatórios devem ser considerados para atendimento à restrição imediatamente a jusante e às demais restrições situadas a jusante, caso existam. Para uma restrição, cujo controle de cheias é executado por mais de um reservatório, o estado de armazenamento deverá ser avaliado através do tempo de recorrência, ou seja, se o mesmo está acima ou abaixo do valor recomendado no PAPC.

O indicativo de violação das restrições de vazões máximas será estabelecido de acordo com o estado de armazenamento dos reservatórios em relação aos volumes de espera e tempos de recorrência recomendados, avaliados para as condições presentes e futuras.

O estado de armazenamento presente será estabelecido a partir dos valores verificados, enquanto o estado futuro será obtido por simulação, a partir dos valores de

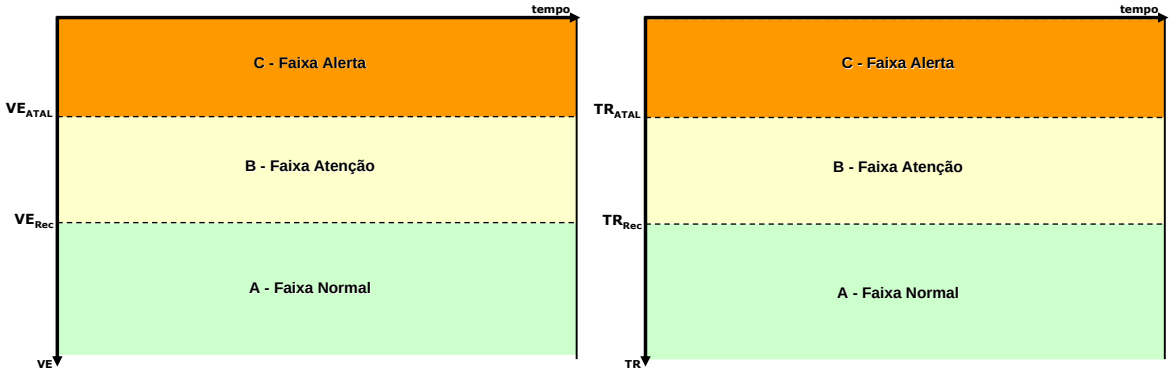
armazenamento presente e das vazões afluentes e incrementais, observadas e previstas.

2.3 Critérios gerais para a caracterização da situação de operação de controle de cheias

Tanto para os sistemas de reservatórios independentes quanto para os sistemas interdependentes deverão ser estabelecidas faixas de operação, a partir dos volumes de espera ou dos tempos de recorrência, para que, considerando-se a caracterização de cheia e o estado de armazenamento presente e futuro, se possa estabelecer a situação de operação.

Neste sentido, além dos volumes de espera e tempos de recorrência recomendados no PAPC (VE_{Rec} e TR_{Rec}), deverão ser estabelecidos valores que definam as faixas de operação para estabelecimento da situação de operação normal, atenção e alerta (Figura 1), ao longo do período de controle de cheias. Conforme citado anteriormente, os volumes de espera para controle de cheias correspondem aos volumes vazios alocados nos reservatórios.

Figura 1 Faixas de operação para o estabelecimento das situações de operação



VE – Volume de espera
VE_{Rec} – Volume de espera recomendado
VE_{ATAL} – Volume de espera atenção-alerta

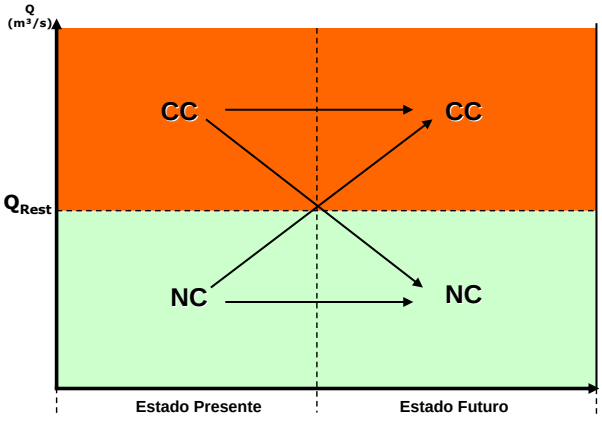
TR – Tempo de recorrência
TR_{Rec} – Tempo de recorrência recomendado
TR_{ATAL} – Tempo de recorrência atenção-alerta

A caracterização da cheia e a análise dos estados de armazenamento presente e futuro determinarão o indicativo de violação da restrição hidráulica de vazão máxima, e, conseqüentemente, determinarão o estabelecimento da situação de operação do sistema de reservatórios.

A caracterização da cheia se dará a partir dos critérios descritos no item 2.2.1, ou seja, a partir da análise entre as vazões verificadas (Estado Presente) e previstas (Estado Futuro) nos pontos de controle, bem como as restrições de vazões máximas nestes mesmos pontos. Como apresentado na Figura 2, será considerado na análise, a condição "**NC**" (Não-Cheia) para um estado de vazões inferiores à restrição

de vazão máxima e a condição "**CC**" (Com-Cheia) para um estado de vazões superiores à esta restrição. Também são apresentadas na Figura 2, através das setas, as possibilidades de migração entre os estados presente e futuro de vazões.

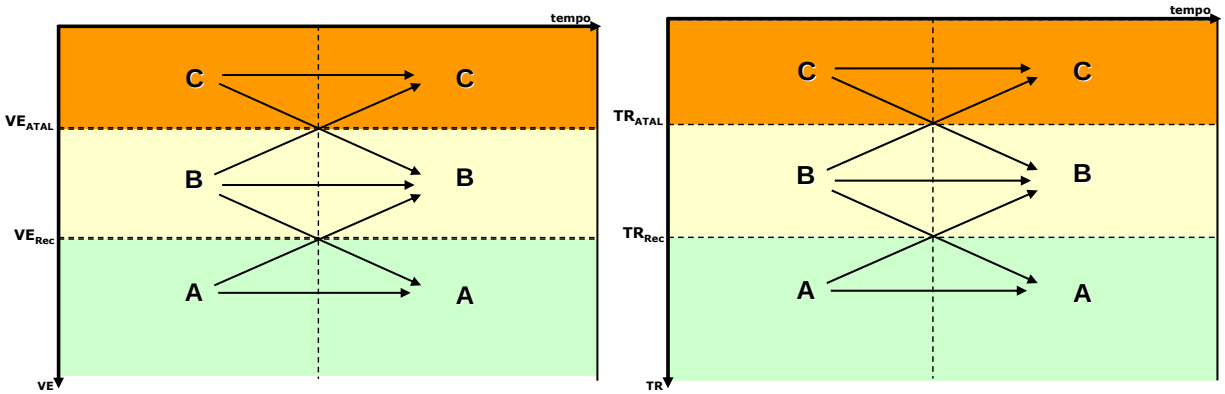
Figura 2 Caracterização da cheia: estados presente e futuro



Q_{Rest} – Restrição de Vazão Máxima

Analogamente, conforme apresentado na Figura 3, será considerada para a definição da situação de operação, a análise dos estados de armazenamento presente e futuro, considerando-se: a condição "**A**", para um estado de armazenamento na faixa Normal para operação de controle de cheias; a condição "**B**" para um estado de armazenamento na faixa de Atenção e a condição "**C**" para um estado de armazenamento na faixa Alerta. Também são apresentadas na Figura 2, através das setas, as possibilidades de migração entre os estados presente e futuro de armazenamento.

Figura 3 Caracterização dos estados de armazenamento



Na tabela a seguir (Tabela 1), são apresentadas as situações de operação em função da caracterização da cheia e da análise do estado de armazenamento, ambas considerando os estados presente e futuro. Cabe destacar que, nas situações em que

os Estados Presentes de Armazenamento são “**B**” e os Estados Futuros de Armazenamento são “**A**”, e nas situações em que os Estados Presentes de Armazenamento são “**C**” e os Estados Futuros de Armazenamento são “**B**”, apesar dos estados futuros possuírem uma situação de severidade menor que a dos estados presentes, as situações serão consideradas como “Atenção” e “Alerta”, respectivamente. Essas considerações têm como objetivo agregar um fator de segurança à caracterização da situação de operação, uma vez que poderão ocorrer erros nas vazões previstas que subestimem o estado de armazenamento futuro. Também cabe destacar que a condição AA, para Estado Presente, e AB, para Estado Futuro, apesar de indicar ocupação de volume de espera para o estado futuro, representa uma caracterização de situação Normal de operação, uma vez que esta caracterização (Normal) só considera o estado presente de ocupação de volume de espera.

Tabela 1 Situações de operação em função da caracterização da cheia e da análise do estado de armazenamento

Situação de Operação	Estado Presente		Estado Futuro	
	Vazões	**Armazenamento**	**Vazões**	**Armazenamento**
Normal	**NC**	**A**	**NC**	**A**
	NC	**A**	**NC**	**B**
Atenção	**NC**	**B**	**NC**	**B**
	NC	**B**	**NC**	**A**
	NC	**A**	**CC**	**A**
	NC	**A**	**CC**	**B**
	NC	**B**	**CC**	**B**
	NC	**B**	**CC**	**A**
	CC	**A**	**NC**	**A**
	CC	**A**	**NC**	**B**
	CC	**B**	**NC**	**B**
	CC	**B**	**NC**	**A**
	CC	**A**	**CC**	**B**
	CC	**B**	**CC**	**B**
	CC	**B**	**CC**	**A**
Alerta	**CC**	**B**	**CC**	**C**
	CC	**C**	**CC**	**B**
	CC	**C**	**CC**	**C**

As condições para a caracterização da situação de operação em emergência não necessitam de uma definição prévia, uma vez que estas condicionantes são definidas nos diagramas de emergência e variam de acordo com o armazenamento e a afluência verificada.

As situações dos reservatórios podem ser revistas semanalmente, diariamente, e, para as bacias, com tempo de tomada de decisão menor, para intervalos menores que um dia.

2.4 Procedimentos operativos gerais

2.4.1 Procedimentos prévios ao período de controle de cheias

Em caso dos reservatórios apresentarem volumes armazenados superiores aos correspondentes volumes de espera, no período que antecede ao de controle de cheias, a desocupação do volume de espera deverá ser feita com antecedência e de forma gradual, de modo a reduzir o risco de ocorrência de cheia artificial, durante esta operação.

2.4.2 Procedimentos para a situação de operação normal

a) Em caso de não haver caracterização de cheia, dos reservatórios estarem com os volumes armazenados inferiores aos volumes definidos para o controle de cheias e de não haver indicativo de violação de restrição hidráulica de vazão máxima, deve-se atender aos requisitos hidráulicos de geração, ou seja, atender às defluências médias diárias e semanais definidas pelo ONS no Programa Diário de Defluências – PDF (Submódulo 4.5) e no Programa Mensal de Operação Energética – PMO (Submódulo 4.3), respectivamente;
b) Quando os volumes armazenados forem iguais aos volumes definidos para o controle de cheias e não houver caracterização de cheia, o reservatório deve ser operado visando não ultrapassar o nível correspondente ao do volume de espera; e
c) Em sistemas com mais de um reservatório para controle de cheias, sempre que a operação hidráulica programada implicar em impacto energeticamente indesejável, tal como a necessidade de verter em algum reservatório do sistema, os volumes de espera do sistema poderão ser revistos, através de avaliações pelas condições de controlabilidade, mediante o uso das ferramentas computacionais apropriadas para cada sistema de reservatórios.

2.4.3 Procedimentos para a situação de operação em atenção para controle de cheias

Nesta situação, onde há caracterização de cheia ou há ocupação de volume de espera e não há indicativo de violação de restrição hidráulica de vazão máxima, os reservatórios do sistema devem ser operados de acordo com as seguintes diretrizes:

a) Quando há caracterização de cheia e ainda não há ocupação de volume de espera, o reservatório deve ser operado visando a manutenção do nível no valor correspondente ao do volume de espera, ou seja, as vazões defluentes poderão

ser aumentadas desde os valores de vazões turbinadas para o valor da restrição hidráulica de vazão máxima, nos casos de Sobradinho e Itaparica, através da utilização do Diagramas de Operação Normal/Atenção[1];

b) Quando há ocupação de volume de espera, mas não há mais caracterização de cheia, o reservatório deve ser operado visando ao retornar ao valor do nível correspondente ao do volume de espera, ou seja, deve-se liberar a vazão defluente igual ao valor da restrição hidráulica de vazão máxima até que o reservatório atinja o nível correspondente ao do volume de espera. Ao se aproximar do restabelecimento do volume de espera, a vazão defluente deve ser reduzida progressivamente para o valor da vazão afluente, observando-se as taxas de variação máxima das vazões defluentes.

c) Quando há caracterização de cheia e há ocupação de volume de espera, a vazão defluente deve ser mantida igual ao valor de restrição hidráulica de vazão máxima. Esta operação proporcionará o amortecimento da onda de cheia e resultará na ocupação gradativa do volume de espera;

d) Caso haja somente a ocupação parcial do volume de espera e tendo-se iniciado a sua desocupação, a vazão defluente deve ser mantida igual ao valor da restrição hidráulica de vazão máxima. Esta operação visa restabelecer, o mais prontamente possível, os volumes de espera definidos para o amortecimento da cheia.

2.4.4 Procedimentos para a situação de operação em alerta para controle de cheias

Nesta situação, onde há caracterização de cheia, há ocupação de volume de espera e há indicativo de violação da restrição hidráulica de vazão máxima, os reservatórios do sistema devem ser operados de acordo com as seguintes diretrizes:

a) Quando o valor da vazão afluente verificado ou previsto for superior ao valor de restrição hidráulica de vazão máxima, a vazão defluente deve ser mantida igual ao valor de restrição hidráulica de vazão máxima. Esta operação proporcionará o amortecimento da onda de cheia e resultará na ocupação parcial do volume de espera. Havendo o indicativo de violação da restrição hidráulica de vazão

[1] **Diagrama de operação Normal/Atenção**

Este diagrama deve ser utilizado durante a transição da situação de operação normal para a situação de operação em atenção para controle de cheias. A partir de um estado de vazão natural afluente e volume vazio disponível abaixo do nível correspondente ao volume de espera, o diagrama indica a vazão defluente mínima necessária para que o nível correspondente ao volume de espera não seja superado, antecipando desta forma o aumento das vazões defluentes, evitando uma brusca variação destas.

máxima, devido à contínua ocupação dos volumes de espera, haverá a conseqüente passagem da situação de operação em atenção para controle de cheias para a situação de operação em alerta para controle de cheias;

b) Caso haja somente a ocupação parcial do volume de espera e tendo-se iniciado a sua desocupação, a vazão defluente deve ser mantida igual ao valor da restrição hidráulica de vazão máxima. Esta operação visa restabelecer, o mais prontamente possível, os volumes de espera definidos para o amortecimento da cheia;

c) Ao se aproximar do restabelecimento do volume de espera, a vazão defluente deve ser reduzida progressivamente para o valor da vazão afluente, observando-se as taxas de variação máxima das vazões defluentes;

d) Além destes procedimentos, deverão ser consultados os Diagramas de Operação em Emergência de cada sistema de reservatórios, subsistemas de reservatórios e reservatórios.

2.4.5 Procedimentos para a situação de operação em emergência para controle de cheias

Nesta situação de operação, há caracterização de cheia, há ocupação de volume de espera e há violação da restrição hidráulica de vazão máxima. Poderão ser utilizados o Diagrama de Operação em Emergência[2] para controle de cheias ou os procedimentos internos do agente operador, específicos para esta situação. Esse diagrama indicará as vazões defluentes, superiores ao valor da restrição hidráulica, que deverão ser liberadas. Em reservatórios com restrição hidráulica de nível de montante, a situação de operação em emergência é caracterizada quando o remanso do reservatório atingir o nível de inundação estabelecido no ponto de controle, ou seja, quando houver violação da restrição hidráulica de nível máximo.

A consulta aos Diagramas de Operação em Emergência e a caracterização da situação de operação em emergência para controle de cheias são de responsabilidade do agente de geração, tendo em vista que a vazão afluente verificada ou prevista e os volumes vazios nos reservatórios são calculados pelos agentes de geração, para cada intervalo de decisão e ajustada à sua confiabilidade.

Em caso de serem utilizados os Diagramas de Operação em Emergência, os reservatórios do sistema devem ser operados de acordo com as seguintes diretrizes:

a) O Diagrama de Operação em Emergência deve ser consultado, em cada intervalo de decisão, com base na vazão afluente verificada ou prevista e o nível do reservatório no final desse intervalo ou o correspondente percentual de volume

[2] **Diagrama de operação em emergência**

A partir de um estado de vazão natural afluente e volume vazio disponível entre os níveis correspondentes ao de volume armazenado e o de volume útil máximo normal, o diagrama indica a vazão defluente mínima necessária para que o nível máximo normal do reservatório não seja superado, preservando desta forma a segurança das estruturas do reservatório.

Há em alguns reservatórios um volume vazio do nível máximo normal, que é destinado a sobrecarga induzida do reservatório e que se ocupado, não compromete a segurança do reservatório. Nesses casos, este outro volume é denominado de volume de sobrecarga induzida, e é considerado no Diagrama de Operação em Emergência.

útil. Esse diagrama indicará o valor da vazão defluente que deve ser liberada no intervalo seguinte; e

b) Na operação em emergência para controle de cheias em reservatórios sem indução de sobrecarga, quando o reservatório tiver atingido o nível máximo normal e as vazões afluentes começarem a decrescer, a vazão defluente deverá ser mantida igual à vazão afluente, até que esta se torne igual à vazão máxima de restrição. Na sequência, deve-se manter a vazão defluente igual à vazão máxima de restrição, para recuperar o volume de espera, de acordo com o procedimento "b" do item 2.4.4.

2.5 Declaração da situação de operação de controle de cheias

Segundo o Submódulo 3.7 dos Procedimentos de Rede do ONS, a situação de operação de um reservatório no período de controle de cheias é declarada pelo agente de geração responsável pelo reservatório e/ou pelo ONS, com base nas descrições apresentadas no Quadro 2 e respeitando os critérios estabelecidos no relatório de regras de controle de cheias para o sistema de reservatórios. Essa declaração é formalizada em formulário normatizado e disponibilizado pelo ONS, no qual deve estar explicitada a justificativa para a caracterização da situação de operação do reservatório.

Ainda de acordo com o Submódulo 3.7, dependendo das características da bacia e do reservatório, como também em função do evento hidrológico, pode-se declarar a mudança de situação de operação sem obedecer à seqüência de evolução: Normal, Atenção, Alerta e Emergência, e vice-versa. Nesses casos pode-se mudar de uma situação para outra, sem passar pela situação de operação, a princípio, intermediária.

Em caso de coexistência de declarações distintas de situação de operação de reservatório pelo agente de geração responsável pelo reservatório e pelo ONS, prevalece a situação de maior severidade. A escala crescente de severidade corresponde à seqüência normal de evolução das situações de operação de reservatório durante o período de controle de cheias: Normal, Atenção, Alerta e Emergência.

Tanto o agente de geração responsável pelo reservatório quanto o ONS podem solicitar a alteração de uma situação de operação de reservatório declarada, em caso de identificação de incorreção na aplicação dos critérios estabelecidos neste relatório de regras de controle de cheias para cada sistema de reservatórios considerado. O declarante retifica ou ratifica sua posição, e, em caso de ratificação, comunica a outra parte as justificativas para o não atendimento.

3 Aplicação da metodologia

Os critérios para a aplicação das regras de operação para o controle de cheias da bacia do rio São Francisco foram definidos em função dos procedimentos adotados para o cálculo dos volumes de espera, conforme descrito no relatório “Plano Anual de Prevenção de Cheias – Ciclo 2021-2022” (ONS DOP-REL 0322/2021) e suas re-

visões, bem como da experiência operativa adquirida pelas empresas e que se encontra consubstanciada nos relatórios: IT-DOOH-001/2020, “Manual de Operação e Controle de Cheias - Bacia do Rio São Francisco” (Chesf, 2020), Revisão Y IO-PO/GT.05.004, “Instruções para controle de vazões – UHE Três Marias” (Cemig, 2020) e Revisão V IO-PO/GT.05.018, “Instruções para controle de vazões – UHE Queimado”. Segundo estes procedimentos, deve ser considerado o seguinte:

3.1 Sistemas de reservatórios

A bacia do rio São Francisco possui três sistemas de reservatórios para controle de cheias: os reservatórios de Três Marias e Queimado, cada um sendo considerado como um sistema independente para a operação de controle de cheias, e os reservatórios de Sobradinho e Itaparica (sendo este último associado a UHE Luiz Gonzaga), formando um sistema de reservatórios independentes multi-reservatório[3] para operação de controle de cheias.

Destaca-se que em função da necessidade de se verificar e analisar os critérios propostos, em tempo real, para o período úmido 2021/2022, será adotada uma faixa de transição entre “atenção” e “alerta”, conforme indicado nas figuras 4, 6, 8, e 9, a qual poderá ser reavaliada para os próximos períodos úmidos com base na experiência de sua utilização.

A seguir são apresentados os critérios para definição da operação em controle de cheias dos aproveitamentos localizados na bacia do rio São Francisco.

TRÊS MARIAS

A previsão de vazões afluentes ao reservatório de Três Marias garante uma antecedência de até 3 dias no conhecimento do hidrograma afluente. O acompanhamento da evolução das incrementais é de suma importância na tomada de decisões na operação de controle de cheias deste reservatório, pois a restrição de defluência em Três Marias é variável para que, ao se combinar com a vazão incremental no trecho Três Marias – Pirapora, não seja ultrapassada a vazão de 4.000 m^3/s em Pirapora.
A seguir são apresentadas as variáveis para o estabelecimento dos critérios de operação do reservatório de Três Marias, nas situações normal; atenção; alerta e emergência.

QAFL Vazão afluente a Três Marias para 3 dias à frente, oriundos de modelo chuva X vazão;
QDEFL Vazão defluente média de Três Marias, programada para 1 dia à frente;

[3] Quando dois ou mais reservatórios em uma mesma bacia são operados pelo mesmo agente de geração, sua caracterização é de sistema de reservatório independente para controle de cheias. Entretanto, quando um o mais destes reservatórios têm a capacidade de influenciar na proteção de locais situados a jusante de outros destes mesmos reservatórios, a operação destes é considerada como multi-reservatório para controle de cheias.

INC_{TMPR} Vazão incremental média diária no trecho Três Marias - Pirapora 3 dias à frente, oriundos de modelo chuva X vazão;

VE % de volume de espera definido no PAPC;

VE_{ATAL} % de volume de espera Atenção-Alerta, conforme Nota Técnica ONS NT 3/070/2008;

V % de volume útil previsto para Três Marias, 1 dia à frente.

Caso a confiabilidade das previsões de vazões seja aumentada, poderão ser fornecidas previsões de vazões para um horizonte maior.
A condicionante para definição da situação de Normal para Atenção pode ser uma vazão defluente média de Três Marias programada para 1 dia à frente inferior ou igual a 2000 m^3/s, com vazões incrementais médias diárias previstas para um dia à frente inferiore a 1500 m^3/s no trecho Três Marias - Pirapora.

Nesta proposta, tem-se VE_{ATAL} condicionando a definição da situação de Atenção para Alerta, podendo a situação de Alerta ficar caracterizada com vazões em Pirapora superiores a 3500 m^3/s e inferiores a 4000 m^3/s.

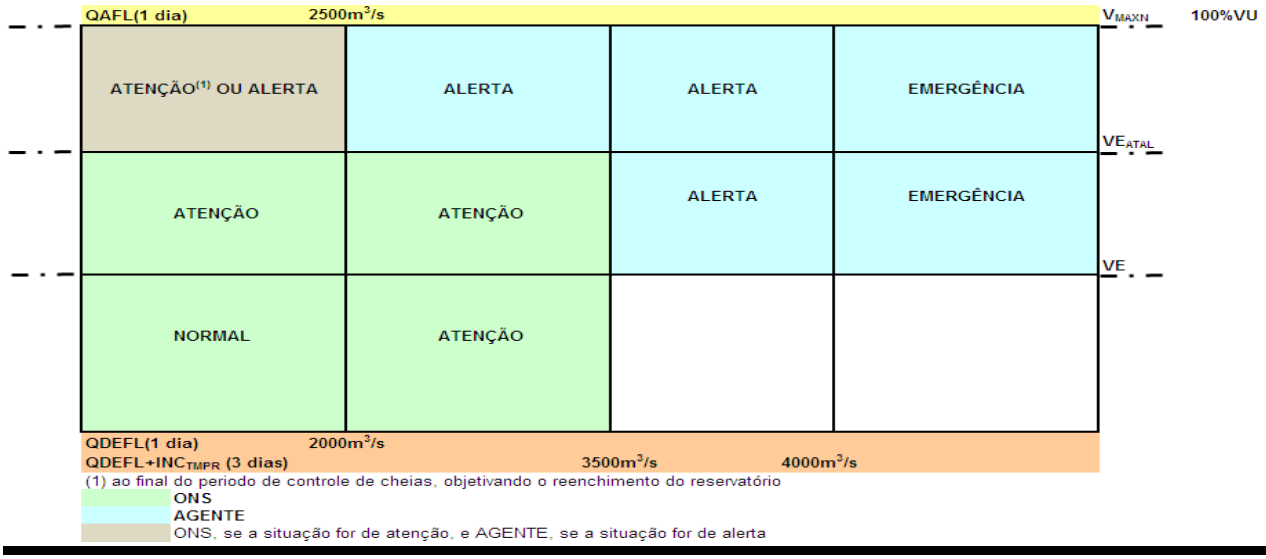
O Quadro 3 apresenta os critérios de classificação da operação da UHE de Três Marias, no período de controle de cheias, ou seja, caracteriza as situações Normal, Atenção, Alerta e Emergência com indicação do responsável pela operação. Na Figura 4 tem-se uma visualização dos critérios.

Quadro 3 – Situação de operação do reservatório de Três Marias

RESPONSÁVEL	SITUAÇÃO	AFLUÊNCIA	DEFLUÊNCIA	VOLUME (V)
ONS	Normal	QAFL< 2500 m^3/s	QDEFL≤ 2000 m^3/s	V≤ VE
ONS	Atenção	QAFL < 2500 m^3/s	QDEFL≤ 2000 m^3/s e INC_{TMPR} < 1500 m^3/s	V > VE(1)
ONS	Atenção	QAFL ≥ 2500 m^3/s	QDEFL≤ 2000 m^3/s e INC_{TMPR} < 1500 m^3/s	$VE<V<VE_{ATAL}$
Agente	Alerta	QAFL ≥ 2500 m^3/s	3500 m^3/s < QDEFL+ INC_{TMPR} < 4000m^3/s ou V≥ VE_{ATAL}	V > VE
Agente	Emergência	QAFL ≥ 2500 m^3/s	4000 m^3/s < QDEFL+ INC_{TMPR}	V > VE

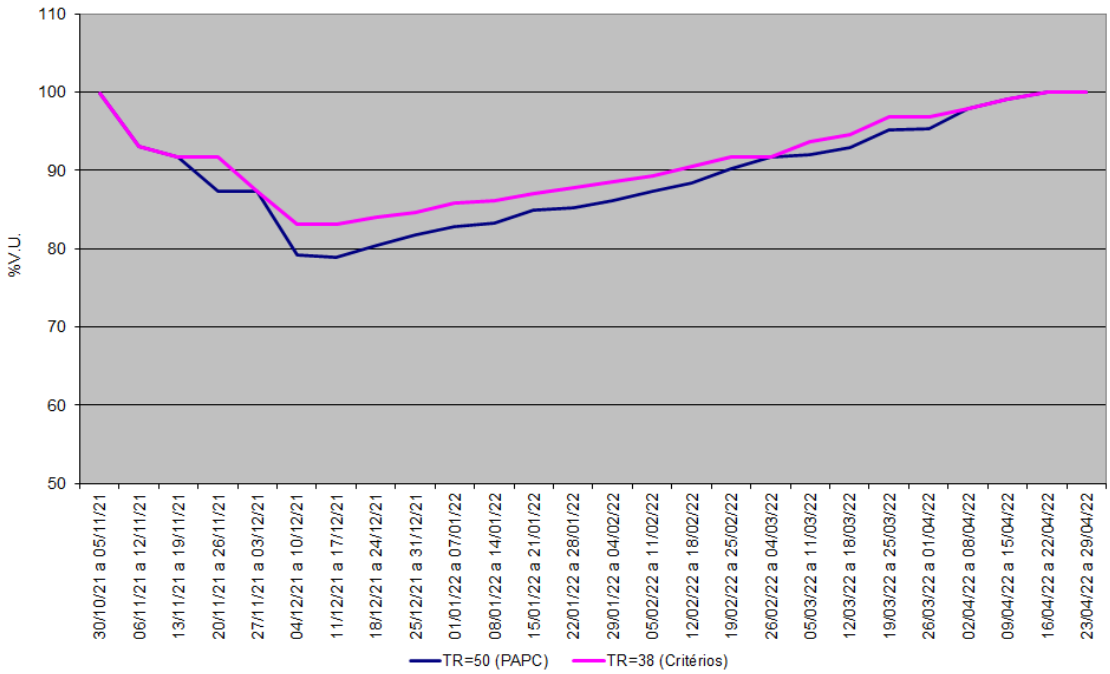
(1) ao final do periodo de controle de cheias, objetivando o reenchimento do reservatório

Figura 4 – Critérios para caracterização da situação de operação do reservatório de Três Marias



A Figura 5 apresenta os volumes de espera para o reservatório de Três Marias calculados para o PAPC e os correspondentes a 3/4 do TR - $VE_{ATAL.}$ No Anexo 3 são apresentados os valores de volumes de espera que estabelecem as faixas de operação em Atenção e Alerta.

Figura 5 – Alternativas de volumes de espera do reservatório de Três Marias



QUEIMADO

A previsão de vazões afluentes ao reservatório de Queimado garante uma antecedência de até 3 dias no conhecimento do hidrograma afluente. Como a restrição de defluência em Queimado é variável para que, ao se combinar com a vazão incremental no Trecho Queimado – Unaí, não ultrapasse a vazão de 300 m^3/s em Unaí, o acompanhamento da evolução destas incrementais é de suma importância na tomada de decisões na operação de controle de cheias deste reservatório.

A seguir são apresentadas as variáveis para o estabelecimento dos critérios de operação do reservatório de Queimado, nas situações normal; atenção; alerta e emergência.

QAFL Vazão afluente a Queimado para 3 dias à frente, oriundos de modelo chuva x vazão;

QDEFL Vazão defluente média de Queimado, programada para 1 dia à frente;

INC_{QMUN} Vazão incremental média diária no trecho Queimado - Unaí 3 dias à frente, oriundos de modelo chuva x vazão;

VE % de volume de espera definido no PAPC;

VE_{ATAL} % de volume de espera Atenção-Alerta, conforme Nota Técnica ONS NT 3/070/2008;

V % de volume útil previsto para Queimado, 1 dia à frente.

Caso a confiabilidade das previsões de vazões seja aumentada, poderão ser fornecidas previsões de vazões para um horizonte maior.

A condicionante para definição da situação de Normal para Atenção pode ser uma vazão defluente média de Queimado programada para 1 dia à frente inferior ou igual a 200 m^3/s, com vazões incrementais médias previstas para três dias à frente inferiores a 50 m^3/s no trecho Queimado - Unaí.

Nesta proposta, tem-se VE_{ATAL} condicionando a definição da situação de Atenção para Alerta, podendo a situação de Alerta ficar caracterizada com vazões em Unaí superiores a 250 m^3/s e inferiores a 300 m^3/s.

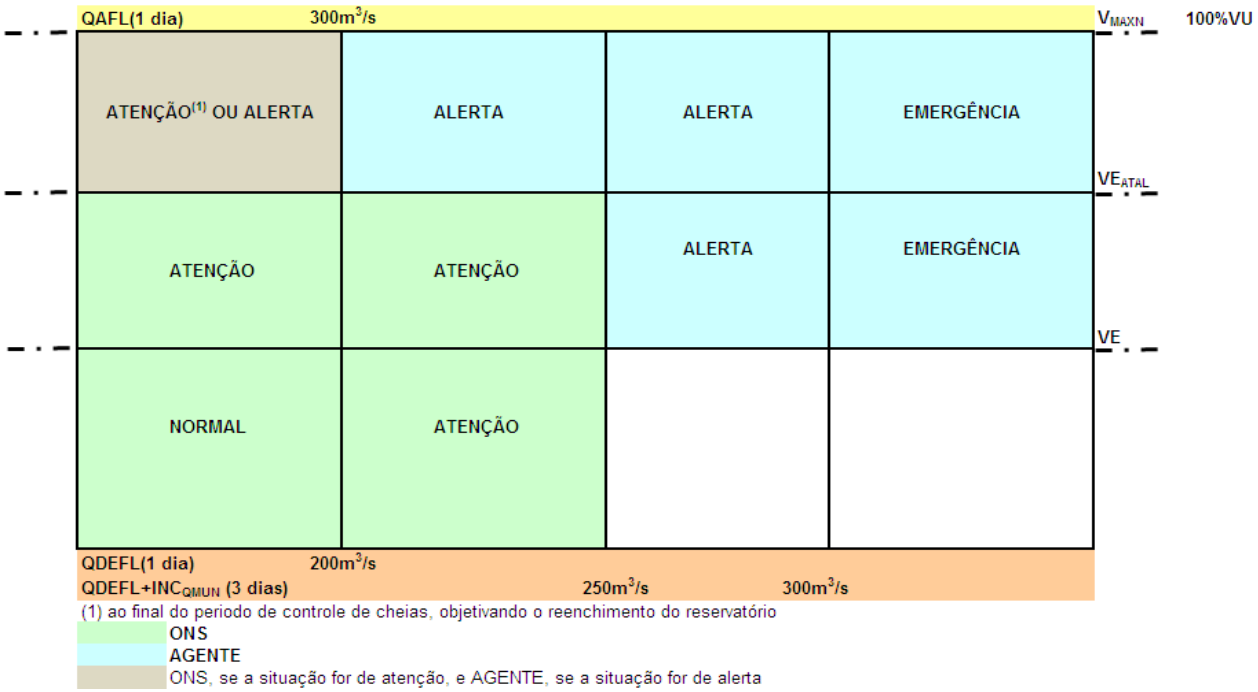
O Quadro 4 apresenta os critérios de classificação da operação da UHE de Queimado, no período de controle de cheias, ou seja, caracteriza as situações Normal, Atenção, Alerta e Emergência com indicação do responsável pela operação. Na Figura 6 tem-se uma visualização dos critérios.

Quadro 4 – Situação de operação do reservatório de Queimado

RESPONSÁVEL	SITUAÇÃO	AFLUÊNCIA	DEFLUÊNCIA	VOLUME (V)
ONS	Normal	QAFL< 300 m^3/s	QDEFL≤ 200 m^3/s	V≤ VE
ONS	Atenção	QAFL < 300 m^3/s	QDEFL≤ 200 m^3/s e INC_{QMUN} < 50 m^3/s	V > VE(1)
ONS	Atenção	QAFL ≥ 300 m^3/s	QDEFL≤ 200 m^3/s e INC_{QMUN} < 50 m^3/s	$VE<V<VE_{ATAL}$
Agente	Alerta	QAFL ≥ 300 m^3/s	250 m^3/s < QDEFL+ INC_{QMUN} < 300m^3/s ou V ≥VE_{ATAL}	V > VE
Agente	Emergência	QAFL ≥ 300 m^3/s	300 m^3/s < QDEFL+ INC_{QMUN}	V > VE

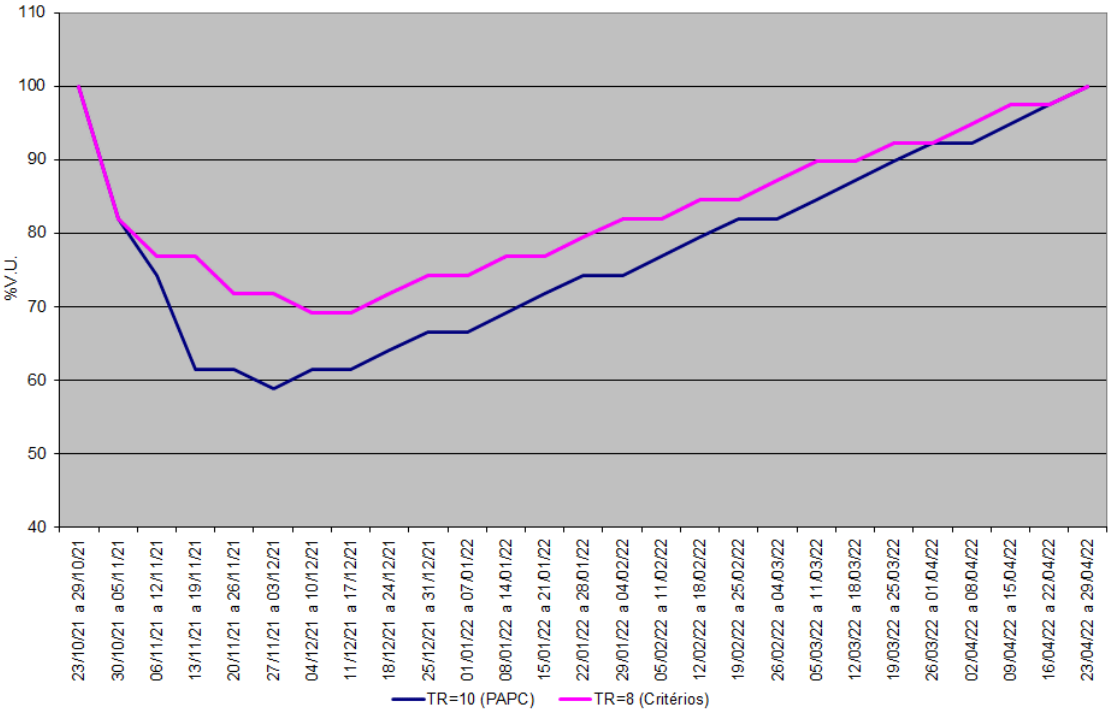
(1) ao final do periodo de controle de cheias, objetivando o reenchimento do reservatório

Figura 6 - Critérios para caracterização da situação de operação do reservatório de Queimado



A Figura 7 apresenta os volumes de espera para o reservatório de Queimado calculados para o PAPC e os correspondentes a 3/4 do TR - VE_{ATAL}. No Anexo 3 são apresentados os valores de volumes de espera que estabelecem as faixas de operação em Atenção e Alerta.

Figura 7 – Alternativas de volumes de espera do reservatório de Queimado



SOBRADINHO

A antecedência e a boa previsibilidade das afluências ao reservatório de Sobradinho, para um horizonte de até 15 dias, utilizando o modelo Cpins ou PLANEUROUSBAT, permite o estabelecimento de programações de defluências para, no mínimo, uma semana à frente. Estas programações são obtidas a partir de simulações da operação do reservatório. Assim, levando em consideração este aspecto peculiar da bacia do São Francisco, as decisões operativas podem ser tomadas com uma periodicidade semanal.

A seguir são apresentadas as variáveis para o estabelecimento dos critérios de operação do reservatório de Sobradinho, nas situações normal; atenção; alerta e emergência.

$Q_{Adotada}$ Vazão Adotada prevista para Sobradinho para 1 semana à frente;
Q_{DEFL} Vazão Defluente de Sobradinho, programada para 1 semana à frente;
VE % de volume de espera definido no PAPC;
VE_{ATAL} % de volume de espera Atenção-Alerta;
V % de volume útil previsto para Sobradinho 1 semana à frente.

Nesta proposta, tem-se VE_{ATAL} correspondendo a, aproximadamente, 25% de ocupação do volume de espera disponível para o controle de cheias como condiconante da definição da situação de atenção para alerta (aproximadamente 82,82% do volume útil no ponto de volume máximo, tendo em vista que o VE, também em sua flecha máxima, é 77,09%).

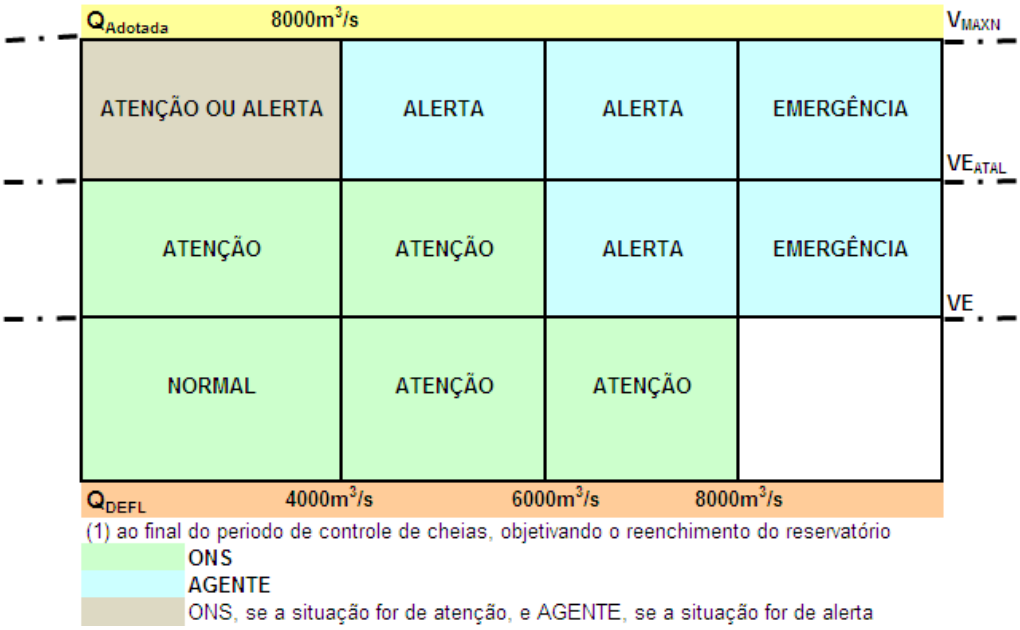
O Quadro 5 apresenta os critérios de classificação da operação da UHE de Sobradinho, no período de controle de cheias, ou seja, caracteriza as situações Normal, Atenção, Alerta e Emergência com indicação do responsável pela operação. Na Figura 8 tem-se uma visualização dos critérios.

Quadro 5 – Situação de operação do reservatório de Sobradinho

RESPONSÁVEL	SITUAÇÃO	AFLUÊNCIA ADOTADA	CARACTERIZAÇÃO DE FAIXAS	VOLUME (V)
ONS	Normal	$Q_{Adotada} < 8000\ m^3/s$	$QDEFL \leq 4000\ m^3/s$	$V \leq VE$
ONS	Atenção	$Q_{Adotada} < 8000\ m^3/s$	$4000\ m^3/s < QDEFL \leq 6000\ m^3/s$	$V > VE^{(1)}$
ONS	Atenção	$Q_{Adotada} \geq 8000\ m^3/s$	$4000\ m^3/s < QDEFL \leq 6000\ m^3/s$	$VE < V < VE_{ATAL}$
Agente	Alerta	$Q_{Adotada} \geq 8000\ m^3/s$	$6000\ m^3/s < QDEFL < 8000\ m^3/s$; ou $V > VE_{ATAL}$	$V > VE$
Agente	Emergência	$Q_{Adotada} \geq 8000\ m^3/s$	$QDEFL \geq 8000\ m^3/s$	$V > VE$

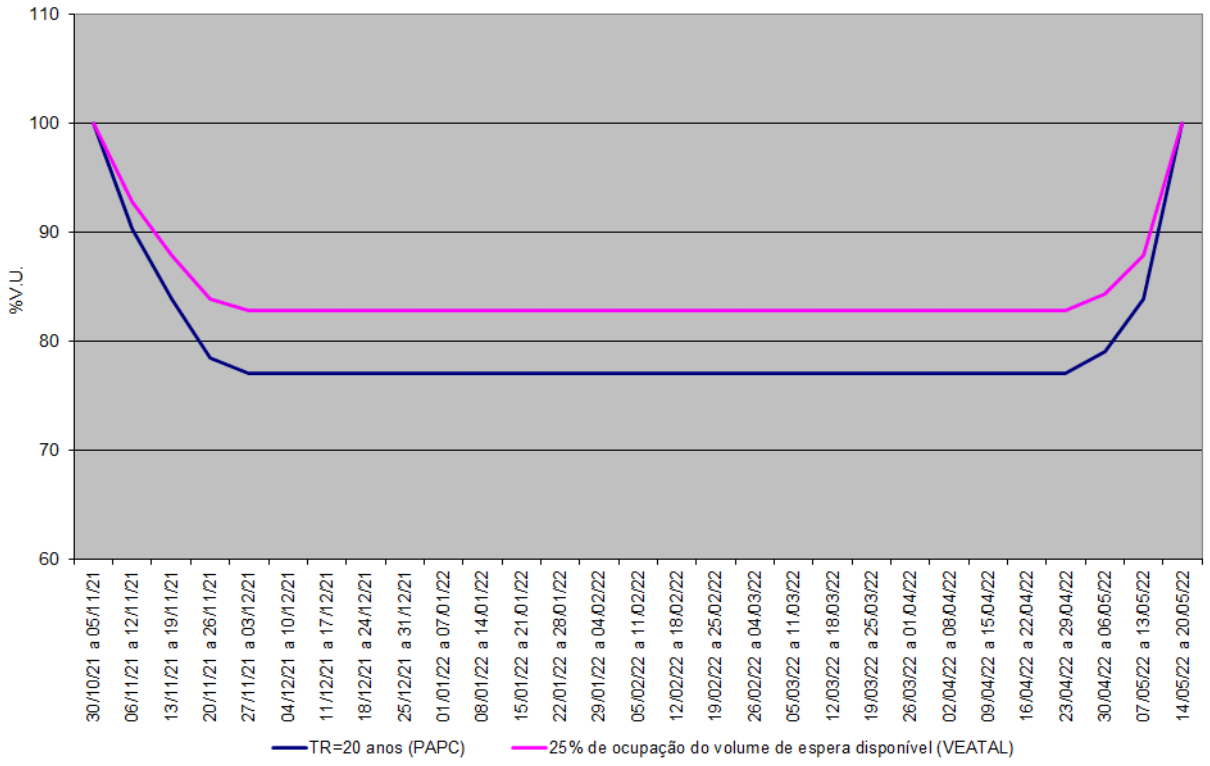
(1) ao final do periodo de controle de cheias, objetivando o reenchimento do reservatório

Figura 8 – Critérios para caracterização da situação de operação do reservatório de Sobradinho



A Figura 9 apresenta os volumes de espera para o reservatório de Sobradinho calculados para o PAPC e os correspondentes ao critério de 25% de ocupação do volume de espera disponível - VE_{ATAL}. No Anexo 3 são apresentados os valores de volumes de espera que estabelecem as faixas de operação em Atenção e Alerta.

Figura 9 – Volumes de Espera do reservatório de Sobradinho



A programação de defluências do reservatório de Sobradinho, no período úmido, leva em consideração a ocorrência de vazões incrementais no trecho Sobradinho/Itaparica, bem como o efeito do remanso do reservatório de Itaparica, na cidade de Belém do São Francisco.

<u>ITAPARICA</u>

A previsibilidade das afluências ao reservatório de Itaparica é de, no máximo, três dias. Sendo assim, as programações de defluências deste reservatório, para uma semana à frente, devem ser reavaliadas em função de desvios na previsão de vazões incrementais e, conseqüentemente, da evolução da cota do reservatório. Para o estabelecimento de critérios para caracterizar a situação de operação do reservatório de Itaparica tem-se:

Q_{Aflu} Vazão Afluente prevista para Itaparica para 3 dias à frente, determinada pela defluência propagada da UHE Sobradinho e de eventuais vazões incrementais estimadas a partir da rede hidrométrica local;

Q_{DEFL} Vazão Defluente de Itaparica, programada para 3 dias à frente;

VE % de volume de espera definido no PAPC;

VE_{ATAL} % de volume de espera Atenção-Alerta

V % de volume útil previsto para Itaparica 3 dias à frente.

V_{BSF} % de volume útil em Itaparica que não acarrete problemas na cidade de Belém do São Francisco.

Nesta proposta, tem-se VE_{ATAL} correspondendo a, aproximadamente, 25% de ocupação do volume de espera disponível para o controle de cheias como condiconante

da definição da situação de atenção para alerta (aproximadamente 66,81% do volume útil no ponto de volume máximo, tendo em vista que o VE, também em sua flecha máxima, é 55,75%).

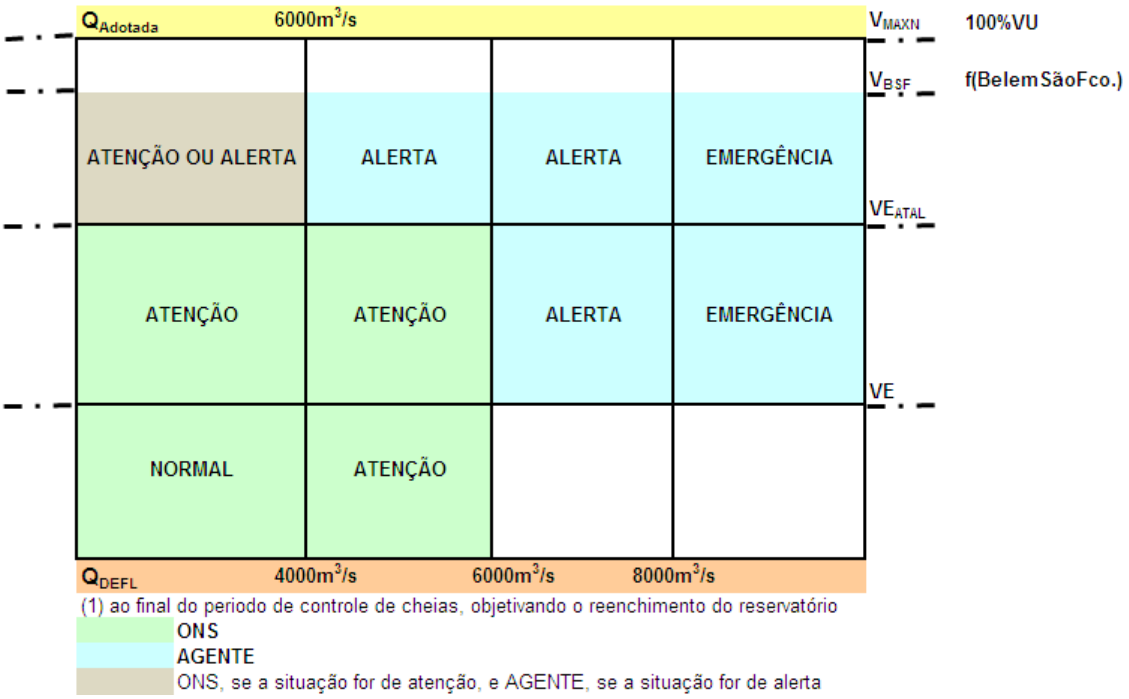
O Quadro 6 apresenta os critérios de classificação da operação da UHE de Itaparica, no período de controle de cheias, ou seja, caracteriza as situações Normal, Atenção, Alerta e Emergência com indicação do responsável pela operação. Na Figura 10 tem-se uma visualização dos critérios.

Quadro 6 – Situação de operação do reservatório de Itaparica

RESPONSÁVEL	SITUAÇÃO	AFLUÊNCIA ADOTADA	CARACTERIZAÇÃO DE FAIXAS	VOLUME (V)
ONS	Normal	Q_{Aflu} < 6000 m³/s	QDEFL≤ 4000 m³/s	V ≤ VE
ONS	Atenção	Q_{Aflu} < 6000 m³/s	4000 m³/s < QDEFL≤ 6000 m³/s	V > VE(1)
ONS	Atenção	Q_{Aflu} ≥ 6000 m³/s	4000 m³/s < QDEFL≤ 6000 m³/s	VE < V< VE_{ATAL}
Agente	Alerta	Q_{Aflu} ≥ 6000 m³/s	6000 m³/s < QDEFL< 8000 m³/s; ou V > VE_{ATAL}	V > VE
Agente	Emergência	Q_{Aflu} ≥ 6000 m³/s	QDEFL≥ 8000 m³/s	VE < V< V_{BSF}

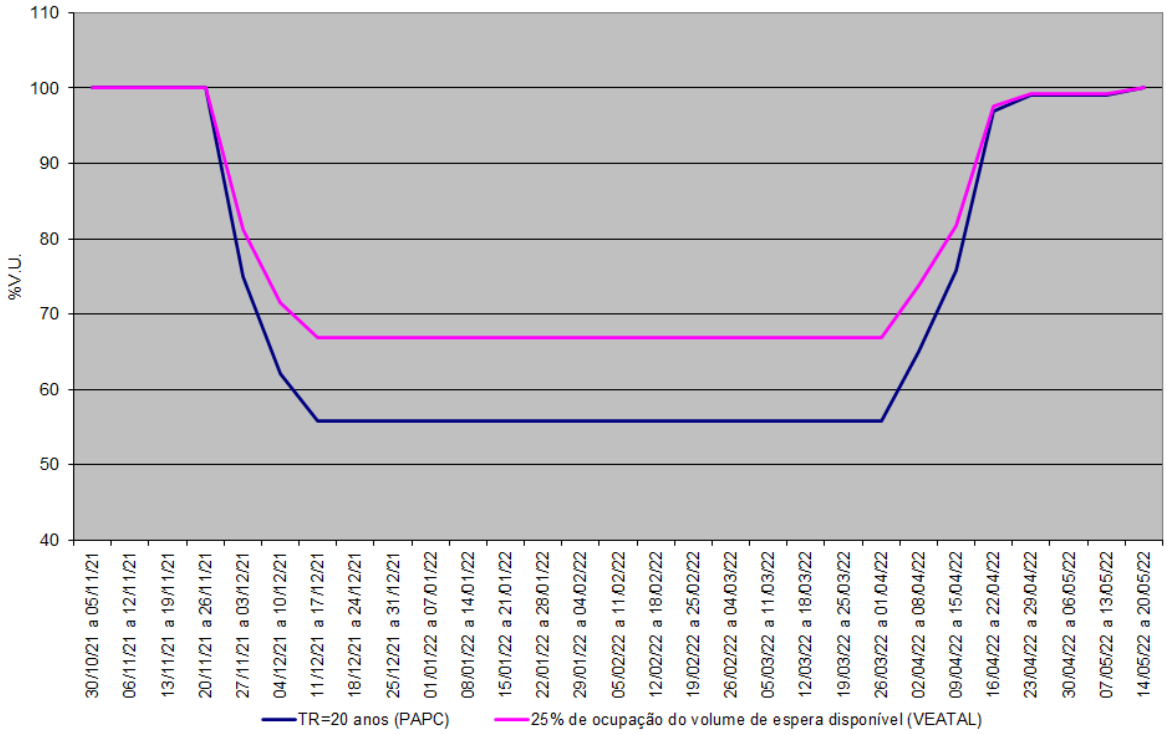
(1) ao final do periodo de controle de cheias, objetivando o reenchimento do reservat[orio

Figura 10 - Critérios para caracterização da situação de operação do reservatório de Itaparica



A Figura 11 apresenta os volumes de espera para o reservatório de Itaparica calculados para o PAPC e os correspondentes ao critério de 25% de ocupação do volume de espera disponível - $VE_{ATAL.}$ No Anexo 3 são apresentados os valores de volumes de espera que estabelecem as faixas de operação em Atenção e Alerta.

Figura 11 – Volumes de Espera do reservatório de Itaparica



3.2 Situação de operação atenção para o período de controle de cheias

Para os reservatórios de Sobradinho e Itaparica, nesta situação é utilizado o Diagrama de Operação Normal/Atenção a fim de se evitar uma brusca variação das vazões defluentes dos valores de turbinamento para o valor da restrição de vazão máxima. A partir do ciclo 2013-2014 não são mais utilizados esses diagramas para os aproveitamentos de Três Marias e Queimado, tendo em vista que as restrições associadas a eles estão localizadas em pontos de controle a jusante dos mesmos, impossibilitando a utilização dos diagramas, tendo em vista as vazões incrementais dos trechos Três Marias / Pirapora e Queimado / Unaí.

Na bacia do rio São Francisco o sistema que aloca volumes de espera, e que possuem Diagramas de Operação Normal/Atenção, é o de Sobradinho/Itaparica. A utilização destes diagramas, que são apresentados em forma de tabela no Anexo 4, é feita a partir do conhecimento do estado de vazão afluente e do nível do reservatório, para os aproveitamentos de Sobradinho e Itaparica, no instante considerado. Inicialmente, é selecionada na primeira linha da tabela a coluna correspondente ao estado da vazão afluente em m^3/s. Em seguida, na primeira coluna da tabela (nível

em metros) é selecionada a linha correspondente ao nível de armazenamento do reservatório. Na interseção da linha e coluna selecionadas está definida a vazão defluente em m^3/s indicada pelo diagrama.

3.3 Situação de operação em alerta para controle de cheias

Os procedimentos para a utilização do volume de espera durante a operação em alerta para o controle de cheias da bacia do rio São Francisco seguem os critérios descritos no item 2.4.4, considerando-se os sistemas de Três Marias e Queimado e o sistema de Sobradinho/Itaparica.

3.3.1 Três Marias

O ponto de controle deste sistema está localizado na cidade de Pirapora, onde ocorrem inundações para vazões superiores a 4.000 m^3/s. Esta cidade localiza-se a 120 Km de Três Marias, sendo o tempo de viagem entre Três Marias e Pirapora, estimado pela Cemig, de 16 a 24 horas. Desta forma, a restrição de defluência do reservatório de Três Marias é variável para que, ao se combinar com a vazão incremental no Trecho Três Marias – Pirapora, não ultrapasse a vazão de 4.000 m^3/s em Pirapora.

Em todo o trecho a jusante da UHE até Pirapora existem diversas ilhas que vem sendo ocupadas, de forma irregular, ao longo do tempo ou são utilizadas para a agricultura de subsistência. Para vazões em Pirapora superiores a 2000 m^3/s é necessária a comunicação com o corpo de bombeiros de Pirapora, com antecedência de pelo menos 12 horas e durante o dia, para que seja possível a retirada de pessoas das ilhas"

A taxa máxima recomendável de variação de defluência total (vazão turbinada + vazão vertida) é de:

50 m^3/s /30min se	250 $m^3/s \leq$	Defluência
100 m^3/s /30min se	250 $m^3/s \leq$	Defluência < 500 m^3/s
200 m^3/s /30min se	500 $m^3/s \leq$	Defluência < 900 m^3/s
500 m^3/s /dia se	900 $m^3/s \leq$	Defluência < 2.500 m^3/s
700 m^3/s /dia se	2500 $m^3/s \leq$	Defluência < 4.000 m^3/s

Os vertimentos entre 850 m^3/s e 1.400 m^3/s são considerados na faixa não operativa dos vertedouros.

No Anexo 2 encontram-se os valores obtidos para os volumes de espera para o reservatório de Três Marias em seu período de controle de cheias, de novembro de 2021 a abril de 2022, levando em consideração um Tempo de Retorno de 50 anos.

Análises dos históricos de vazões afluentes ao reservatório de Três Marias e do posto hidrométrico de Pirapora, consubstanciadas no documento ONS-NT-109/2006 - Metodologia para revisão dos volumes de espera do reservatório de Três Marias, permitem que possa ser procedido o reenchimento do reservatório a partir de 01 de março, uma vez caracterizada, até o dia 28 de fevereiro, a ausência de cheias de

porte afluentes ao reservatório e no trecho incremental entre o reservatório e a cidade de Pirapora. Salienta-se que a série de vazões utilizada neste estudo é complementada anualmente, função das vazões verificadas.

Na referida nota técnica, mostrou-se que anos de vazões altas, médias e baixas vazões podem ser caracterizados até o mês de fevereiro. Anos com vazões afluentes elevadas ao reservatório de Três Marias (de vazões altas) ocorrem quando a média das vazões dos meses de dezembro a fevereiro é superior a 120%MLT da média destes meses. Os anos críticos (de vazões baixas) ficam caracterizados quando a média das vazões dos meses de dezembro a fevereiro é inferior a 80% da MLT da média destes meses. Assim, objetivando a realização de revisão dos volumes de espera no início do mês de março, foram calculados os volumes de espera pelo sistema SPEC, excluindo-se os anos que apresentaram a vazão média dos meses de dezembro a fevereiro superior a 120% da MLT destes meses. Os resultados obtidos para os volumes de espera levando em consideração um Tempo de Recorrência de 50 anos, encontram-se apresentados na tabela 2.

Tabela 2 Volumes de espera de Três Marias para anos de vazões baixas

PERÍODO			TRÊS MARIAS - NT		
			TR=50 anos		
			V. E. (hm³)	Cota (m)	%VU
30/10/21	a	5/11/21	0	572,50	100,00
6/11/21	a	12/11/21	930	571,61	93,91
13/11/21	a	19/11/21	980	571,56	93,59
20/11/21	a	26/11/21	980	571,56	93,59
27/11/21	a	3/12/21	900	571,64	94,11
4/12/21	a	10/12/21	810	571,73	94,70
11/12/21	a	17/12/21	810	571,73	94,70
18/12/21	a	24/12/21	810	571,73	94,70
25/12/21	a	31/12/21	760	571,78	95,03
1/1/22	a	7/1/22	660	571,88	95,68
8/1/22	a	14/1/22	660	571,88	95,68
15/1/22	a	21/1/22	630	571,91	95,88
22/1/22	a	28/1/22	570	571,97	96,27
29/1/22	a	4/2/22	570	571,97	96,27
5/2/22	a	11/2/22	400	572,15	97,38
12/2/22	a	18/2/22	370	572,18	97,58
19/2/22	a	25/2/22	360	572,19	97,64
26/2/22	a	4/3/22	330	572,22	97,84
5/3/22	a	11/3/22	320	572,22	97,91
12/3/22	a	18/3/22	290	572,25	98,10
19/3/22	a	25/3/22	290	572,25	98,10
26/3/22	a	1/4/22	290	572,25	98,10
2/4/22	a	8/4/22	150	572,37	99,02
9/4/22	a	15/4/22	0	572,50	100,00
16/4/22	a	22/4/22	0	572,50	100,00
23/4/22	a	29/4/22	0	572,50	100,00

Havendo indicações de chuvas e incrementais de porte, no trecho da bacia do rio São Francisco, compreendido entre o reservatório de Três Marias e o posto hidrométrico de Pirapora, a operação do reservatório deverá objetivar a mitigação de cheias que estejam ocorrendo a jusante.

3.3.2 Queimado

O ponto de controle deste sistema está localizado na cidade de Unaí, localizada 94 Km a jusante de Queimado, onde ocorrem inundações para vazões superiores a 300 m^3/s. Desta forma, a restrição de defluência do reservatório de Queimado é variável, limitada ao valor que, acrescido da vazão incremental no trecho Queimado – Unaí, não ultrapasse a vazão de 300 m^3/s, em Unaí. O tempo de viagem entre o aproveitamento de Queimado e a cidade de Unaí, estimado pela Cemig, é de 14 a 24 horas.

O cálculo da vazão incremental é feito utilizando-se a relação de área de drenagem. Para o controle das vazões de Queimado existe o posto fluviométrico UHE Queimado Jusante, localizado bem próximo de Unaí. No trecho Queimado – Unaí, salienta-se ainda a existência das PCH's Unaí Baixo e Mata Velha, ambas em operação.

A taxa máxima recomendável de variação de defluência total (vazão turbinada + vazão vertida) é de 150 m^3/s /dia.

No Anexo 2 encontram-se os valores obtidos para os volumes de espera para o reservatório de Queimado, em seu período de controle de cheias, de outubro de 2021 a abril de 2022, levando em consideração um Tempo de Recorrência de 10 anos.

3.3.3 Sobradinho

O ponto de controle constitui o trecho do rio localizado entre Sobradinho e a foz do São Francisco, onde ocorrem inundações para vazões superiores a 8.000 m^3/s.

Para o cálculo da previsão de vazão afluente ao reservatório de Sobradinho, é utilizado pelo ONS o modelo de previsão de vazões CPINS para um horizonte de até 15 dias à frente. O modelo utiliza a rotina de propagação do S.S.A.R.R. *(Streamflow Synthesis and Reservoir Regulation)*, que foi desenvolvido a partir de 1956 pelo U.S. Corps of Engineers, North Pacific Division U.S.A.. Neste cálculo, são obtidas as vazões incrementais ocorridas nos diversos trechos de rio entre o reservatório de Três Marias e o reservatório de Sobradinho, delimitados pelos postos hidrométricos de São Romão, São Francisco, Carinhanha, Morpará/Boqueirão e o reservatório de Sobradinho.

Por outro lado a Chesf utiliza o modelo PLANEUROUSBAT, que consiste num modelo que utiliza a rotina do SSARR para propagação de vazões entre os trechos e uma técnica de redes neurais para previsão das vazões incrementais bem como para correção das propagações realizadas pelo modelo SSARR. Este modelo realiza de forma automática a previsão para um horizonte de até 15 dias à frente.

Devido à antecedência na quantificação das cheias afluentes a Sobradinho, é possível promover o rompimento antecipado da vazão de restrição de jusante, que é de 8.000 m^3/s, permitindo um melhor controle das defluências, quando da ocorrência de cheias de porte, superior às utilizadas para o cálculo do volume de espera alocado no reservatório.

Esta característica permite a revisão do volume de espera do reservatório de Sobradinho, no período de validade da previsão, a partir da caracterização das condições hidrológicas no período de controle de cheias e da previsão de vazões de até 15 dias. A caracterização das condições hidrológicas é obtida através da aplicação da metodologia "Caminho Crítico da Decisão" (Chesf, 1991), NT-DOCH-021/91 – Aplicação de um Modelo de Regressão Multivariada para a Previsão de Volumes Afluentes a Sobradinho, que possibilita o enquadramento do período úmido nas condições de alta, média ou baixas vazões. Desta forma, no caso de uma redução do

volume de espera, um novo valor é definido de modo a garantir o tempo de retorno recomendado.

No Anexo 2 encontram-se os valores obtidos para os volumes de espera para os reservatórios de Sobradinho e Itaparica em seu período de controle de cheias, de novembro de 2021 a maio de 2022, levando em consideração um Tempo de Recorrência de 20 anos para Sobradinho e 24 anos para Itaparica.

Análises dos históricos de vazões do posto hidrométrico de São Francisco e das vazões afluentes a Sobradinho, consubstanciadas no documento ONS-NT-133/2005 - Metodologia para revisão dos volumes de espera do reservatório de Sobradinho, permitem que, uma vez caracterizada a ausência de cheias de porte no rio São Francisco até o dia 31 de janeiro, possa ser procedido o reenchimento do reservatório de Sobradinho a partir de 01 de fevereiro seguindo-se a trajetória indicada na tabela 3.

Tabela 3 Trajetória para reenchimento do reservatório de Sobradinho

PERÍODO			Reenchimento	
			%V.U.	Cota(m)
15/01/2022	a	21/1/22	77,80	390,84
22/01/2022	a	28/1/22	79,92	391,01
29/01/2022	a	4/2/22	82,04	391,18
05/02/2022	a	11/2/22	84,15	391,35
12/02/2022	a	18/2/22	86,27	391,51
19/02/2022	a	25/2/22	88,38	391,67
26/02/2022	a	4/3/22	90,48	391,83
05/03/2022	a	11/3/22	92,60	391,98
12/03/2022	a	18/3/22	94,69	392,13
19/03/2022	a	25/3/22	96,82	392,28
26/03/2022	a	1/4/22	97,68	392,34
02/04/2022	a	8/4/22	98,55	392,40
09/04/2022	a	15/4/22	99,27	392,45
16/04/2022	a	22/4/22	100,00	392,50

Havendo indicações de chuvas e de vazões incrementais de porte, no trecho da bacia do rio São Francisco compreendido entre os reservatórios de Sobradinho e Itaparica, a operação do reservatório de Sobradinho deverá objetivar a mitigação de cheias que estejam ocorrendo a jusante de Sobradinho e/ou Itaparica.

Com base na análise dos hidrogramas de cheias observados, e objetivando-se evitar mudanças bruscas nas defluências programadas, recomenda-se uma taxa de variação de defluência máxima de um dia para o outro de 1.000 m^3/s.

Deverá ainda ser respeitado o valor mínimo da vazão defluente obtida pelo Diagrama de Emergência de Sobradinho, conforme está descrito no item 3.4.3, caracterizando-se o início da operação em emergência quando este valor for superior à vazão de restrição de 8.000 m^3/s. Deve-se ressaltar como responsabilidade do Agente a consulta ao Diagrama de Operação em Emergência.

Embora os estudos de prevenção de cheias não tenham contemplado as vazões incrementais referentes ao trecho Itaparica/Propriá, na definição das defluências do sistema Sobradinho/Itaparica procurar-se-á observar as incrementais que estejam ocorrendo entre Itaparica e Propriá.

3.3.4 Itaparica

O ponto de controle constitui o trecho do rio localizado entre Itaparica e a foz do rio São Francisco, onde ocorrem inundações para vazões superiores a 8.000 m^3/s.

Para o cálculo da previsão de vazão afluente ao reservatório de Itaparica, são propagadas, com o modelo Muskingum, para Itaparica, as vazões defluentes de Sobradinho e estimadas as vazões incrementais fazendo uso de informações de postos hidrométricos constantes do Anexo 7.

Para o próximo período de controle de cheia (2021-2022), o reservatório de Itaparica poderá ter o seu nível rebaixado para a cota 300,00 m, visando:

a) A proteção da cidade de Belém do São Francisco, localizada na margem esquerda do lago, devido a não execução das obras do dique de proteção daquela cidade.
b) O controle de cheias oriundas das sub-bacias a jusante de Sobradinho, de forma a assegurar a manutenção da vazão de restrição de 8.000 m^3/s, no vale do Baixo São Francisco.

Com relação à Belém do São Francisco, foi verificado que o nível inicial de inundação da cidade corresponde à cota 304,00 m. Deste modo, faz-se necessário o rebaixamento prévio do lago durante o período de controle de cheia em função da magnitude das afluências previstas conforme indica a Tabela 4.

Tabela 4 Influência do reservatório de Itaparica em Belém do São Francisco. Nível d'água esperado em Belém do São Francisco devido ao remanso

Vazão[m^3/s]	Cota na Barragem [m]					
	299,00	**300,00**	**301,00**	**302,00**	**303,00**	**304,00**
2.000	300,47	300,96	301,33	302,20	303,13	304,00
3.000	301,09	301,51	301,74	302,43	303,31	304,13
4.000	301,71	302,07	302,15	302,67	303,50	304,27
5.000	302,14	302,42	302,53	302,93	303,67	304,40
6.000	302,54	302,78	302,90	303,30	303,93	304,65
7.000	302,97	303,19	303,27	303,70	304,17	304,80
8.000	303,32	303,46	303,61	304,03	304,17	305,02
9.000	303,65	303,80	304,07	304,37	304,73	305,20
10.000	303,87	304,00	304,47	304,67	305,00	305,40
11.000	304,20	304,30	304,80	305,00	305,27	305,60
12.000	304,40	304,50	305,08	305,26	305,48	305,82
13.000	304,60	304,70	305,40	305,53	305,73	306,00
14.000	304,81	304,89	305,68	305,78	305,94	306,18

Observação:
Cota mínima operativa normal = 299,00 m
Cota máxima operativa normal = 304,00 m

A diferença entre o nível máximo permissível na barragem devido ao remanso do lago em Belém, indicado na tabela 4, em função da afluência e o nível pré-estabelecido mínimo de 300,00 m, será utilizada para amortecer total ou parcialmente cheias incrementais, cuja magnitude, somada à defluência de Sobradinho, ultrapasse 8.000 m^3/s.

Visando proteger a cidade de Belém, a tabela 5 apresenta os volumes de espera para controlar cheias incrementais a Itaparica, onde a "restrição" corresponde a diferença entre a descarga de restrição do vale e a defluência que está sendo liberada de Sobradinho.

Tabela 5 Volumes de espera para Itaparica em m^3x10^6

	Período de Retorno [anos]					
Vazão de Redução *	**15**	**20**	**25**	**30**	**40**	**50**
0	2.753	3.459	> V.U.			
500	1.592	2.241	3.078	3.491	> V.U.	
1.000	769	1.303	2.039	2.412	3.302	> V.U.
1.500	286	646	1.231	1.547	2.332	3.350
2.000	-	268	655	897	1.546	2.441
2.500	-	-	311	462	944	1.691
3.000	-	-	-	242	527	1.100
3.500	-	-	-	-	295	667
4.000	-	-	-	-	-	394

Observação:
V.U. = VOLUME ÚTIL (3.549 x 10^6 m^3)
* Vazão de Redução = 8.000 m^3/s - Defluência de Sobradinho

Sendo assim, a operação de Itaparica será efetuada da seguinte forma:

a) O nível do reservatório de Itaparica inicia seu rebaixamento a partir da segunda quinzena de novembro, sendo reduzido gradativamente até o nível 301,96 na primeira quinzena de dezembro, para garantir a proteção da cidade de Belém do São Francisco, igual ao do restante do Vale, que corresponde a 8.000 m^3/s (cota 302,00m na barragem).

b) Para os meses de fevereiro a abril, deverá ser avaliada a situação hidrológica, objetivando uma definição sobre a alocação de algum volume de espera suplementar ao indicado no Anexo 2, para controlar cheias incrementais ou ampliar a garantia da cidade de Belém do São Francisco, caso se vislumbre a possibilidade de se ter afluências a Itaparica superiores a 8.000 m^3/s. Assim, com base no quadro hidrológico vigente, o reservatório poderá ou não, ser rebaixado para a cota 300,00 m.

c) O reenchimento do reservatório de Itaparica será feito gradativamente quando as previsões de afluências a Sobradinho e o comportamento hidrológico da área

incremental permitirem a liberação de seu nível para o máximo operativo normal (304,00 m).

Observação

Durante todo o período de controle de cheia deve ser realizado monitoramento da linha d'água do lago, bem como simulações prévias com modelo hidrodinâmico, de modo a subsidiar as decisões sobre a operação do reservatório, em função dos efeitos do seu remanso.

3.3.5 Moxotó

A regra operativa do reservatório de Moxotó objetiva minimizar os efeitos da ocorrência de incrementais não absorvidas por Itaparica e aquelas devidas ao rio Moxotó. Para tanto, nos meses de março e abril, foram definidos os seguintes níveis característicos:

Cota mínima permissível = 250,50 m
Cota máxima operativa normal = 252,00 m
Cota máxima maximorum = 253,00 m

Em função das situações hidrológica e energética do sistema na ocasião, bem como das restrições hidráulicas existentes, os níveis e períodos definidos para a sua utilização poderão ser modificados.

A operação alerta compreende a utilização de volume vazio a partir do nível 250,50 m quando da ocorrência de afluências a Moxotó superiores à defluência de Itaparica, estando esta no limite da restrição (8.000 m^3/s).

Quando as afluências forem superiores à restrição de defluência, deve-se, portanto, manter a defluência igual à restrição e permitir a elevação dos níveis do reservatório até a cota 252,00 m, proporcionando o controle de pequenas incrementais ao reservatório de Moxotó.

3.3.6 Xingó

O aproveitamento de Xingó, devido a seu reduzido volume útil, constitui-se em um reservatório a fio d'água, não exercendo, portanto, nenhum controle sobre cheias provenientes dos reservatórios de montante.

Na ocorrência de eventos extremos, em função de suas características, a defluência de Xingó será igual a sua afluência, devendo-se manter o nível do reservatório 0,30 m abaixo do seu nível máximo operativo normal para amortecer possíveis elevações das defluências de Paulo Afonso, devido às oscilações de carga ao longo do dia, mantendo-se o patamar das vazões defluentes.

3.4 Situação de operação em emergência para controle de cheias

São apresentados, a seguir, os procedimentos específicos para cada reservatório em situação de emergência. A consulta ao Diagrama de Operação em Emergência deve ser efetuada pelo Agente de Geração. A partir do ciclo 2021-2022 não são mais

utilizados esses diagramas para os aproveitamentos de Três Marias e Queimado, tendo em vista que as restrições associadas a eles estão localizadas em pontos de controle a jusante dos mesmos, impossibilitando a utilização dos diagramas, tendo em vista as vazões incrementais dos trechos Três Marias / Pirapora e Queimado / Unaí.

3.4.1 Sobradinho

A utilização do diagrama de operação em emergência de Sobradinho, que é apresentado em forma de tabela no Anexo 5/4, é feita a partir do conhecimento da vazão afluente regularizada e do nível do reservatório no instante considerado. Inicialmente, é selecionada na primeira linha da tabela a coluna correspondente ao valor da vazão afluente em m^3/s. Em seguida, na primeira coluna da tabela (nível d'água) é selecionada a linha correspondente ao nível de armazenamento do reservatório em metros. Na interseção da linha e coluna selecionadas está definida a descarga defluente mínima em m^3/s indicada pelo diagrama. Este processo é repetido em intervalos diários (intervalo de decisão) de acordo com a experiência operativa.

Na operação em emergência para controle de cheias o reservatório de Sobradinho, faz-se uso de modelo de previsão de vazões que utiliza as informações constantes da rede fluviométrica apresentada no item 4.1.

A operação em emergência fazendo uso da indução de sobrecarga de 1 metro (até a cota 393,50 m), Anexo 5/5, tem sua decisão a cargo da CHESF.

3.4.2 Itaparica

Na ocorrência de cheias superiores aos limites estabelecidos para Itaparica, decisões devem ser tomadas em tempo real, após consultar o Diagrama de Emergência sem indução de sobrecarga, Anexo 5/6, e levando em consideração os aspectos sócio-econômicos envolvidos na operação do reservatório, tendo em vista a não execução do dique de Belém do São Francisco.

3.4.3 Moxotó

A operação em emergência está caracterizada quando o reservatório atinge o nível 252,00 m. A partir deste valor, com as afluências em ascensão, deve-se manter o nível estabelecido até a abertura total das comportas.

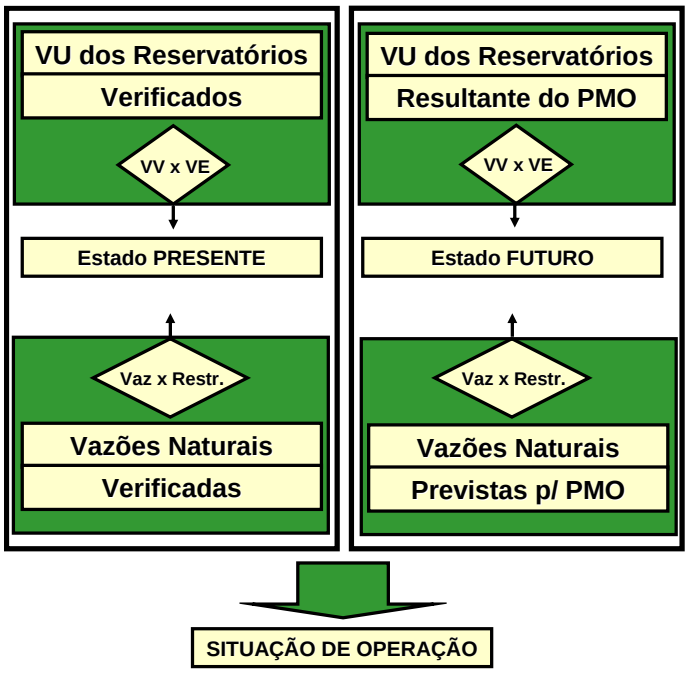
Quando se iniciar a recessão das afluências, deve-se manter a última configuração de abertura de comportas utilizada quando da estabilização do nível do reservatório. Desta forma, o lago será rebaixado para o nível 252,00 m. Neste ponto, a defluência deve ser mantida igual à afluência até que seu valor atinja a restrição, onde a defluência deve ser fixada até que o reservatório retorne ao nível permissível (250,50 m).

3.5 Caracterização semanal da situação de operação de controle de cheias

3.5.1 Sistemas de reservatórios independentes

Para os sistemas de reservatórios independentes para controle de cheias, os volumes úteis dos reservatórios, verificados e resultantes do PMO, e as vazões verificadas e previstas para o PMO serão confrontados com os volumes de espera recomendados e com as restrições de vazões máximas, respectivamente (Figura 12). A partir desta confrontação, serão identificados os Estados Presente e Futuro, e, conseqüentemente, as situações de operação dos sistemas de reservatórios de acordo com o item 2.3.

Figura 12 Avaliação semanal da situação de operação de controle de cheias – sistemas de reservatórios independentes



Vaz – Vazão
VV – Volume Vazio
Restr – Restrição de vazão máxima
VE – Volume de espera

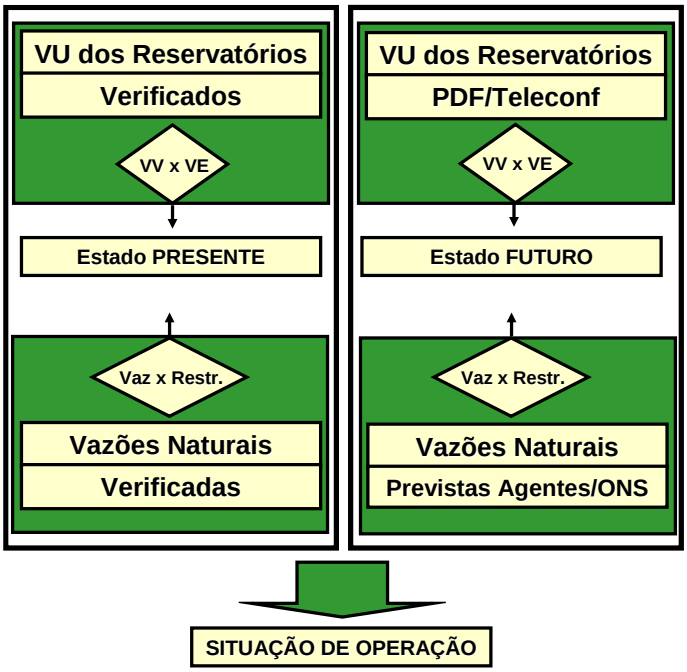
3.6 Caracterização diária da situação de operação de controle de cheias

3.6.1 Sistemas de reservatórios independentes

A partir das informações levantadas para o processo de elaboração do Programa Diário de Defluências – PDF e das informações consolidadas nas teleconferências diárias de controle de cheias (estabelecidas através das Rotinas Operacionais, conforme o Submódulo 5.13), serão analisadas as vazões observadas e previstas aos reservatórios e as incrementais entre os reservatórios e os pontos de controle, bem como os volumes observados e simulados (previstos) nos reservatórios. Nesta análise, serão confrontados os volumes verificados e simulados com os volumes de espera recomendados, bem como as vazões verificadas e previstas com as restrições

de vazões máximas. A partir desta confrontação, serão identificados os estados Presente e Futuro, e, conseqüentemente, caracterizada a situação de operação do sistema de reservatório independente (Figura 13).

Figura 13 Avaliação diária da situação de operação de controle de cheias – sistemas de reservatórios independentes



No âmbito da Programação Diária são realizadas previsões para o dia seguinte (a ser programado) e, para realizar a validação hidráulica dessa programação, utiliza-se o simulador hidráulico "Hydroexpert". Este simulador hidráulico vem sendo utilizado em diversas bacias para a programação hidráulica tanto nos períodos de cheias, quanto nos períodos de escassez e até mesmo em situações normais, com o intuito de avaliar o efeito das decisões para alguns passos de tempo à frente em toda a bacia hidrográfica.

4 Sistema de coleta e disponibilidade de dados

4.1 Rede hidrométrica

O conhecimento da situação hidrometeorológica da bacia é de fundamental importância para a operação de controle de cheias.

Este conhecimento é obtido através do acompanhamento das vazões afluentes aos reservatórios e nos locais de restrição, como também dos dados de chuva e vazão em pontos distribuídos, através das bacias contribuintes. Todas as informações brutas e/ou processadas devem estar disponíveis nos órgãos responsáveis pela operação, para apoio na tomada de decisão.

A rede de estações hidrométricas da bacia do rio São Francisco de interesse da operação dos reservatórios de Três Marias, Queimado, Sobradinho, Itaparica, Moxotó e Xingó é formada pelas estações pluviométricas (P) e fluviométricas (F), indicadas no Anexo 6, onde é mostrada a localização dessas estações e no Anexo 7, onde são apresentadas as características da coleta de dados, tais como: horários de leitura, freqüência, órgãos operadores e coletores.

As informações constantes da Rede Hidrométrica, apresentadas nos Anexos 6 e 7, serão disponibilizadas diariamente pelos Agentes de Geração para os Centros de Operação responsáveis pela operação de controle de cheias.

5 Conclusões e recomendações

a) A evolução dos níveis correspondentes aos volumes de espera adotados para a próxima estação chuvosa 2021-2022 é mostrada no Anexo 2.
Durante a operação normal devem ser considerados os sistemas de Três Marias e de Queimado e os reservatórios de Sobradinho e Itaparica, formando um sistema com volumes de espera compartilhados para operação de controle de cheias.

b) A operação de controle de cheias do sistema Três Marias, durante a operação normal, visa manter a vazão no ponto de controle, situado na cidade de Pirapora, com valores menores ou iguais a 4000 m^3/s. Para isso, as vazões defluentes desse aproveitamento deverão garantir esta limitação.

c) A operação de controle de cheias do sistema Queimado, durante a operação normal, visa manter a vazão no ponto de controle, situado na cidade de Unaí, com valores menores ou iguais a 300 m^3/s. Para isso, as vazões defluentes desse aproveitamento deverão ser reduzidas para valores que garantam aquela limitação.

d) Os reservatórios de Sobradinho e Itaparica deverão defluir, no máximo, o valor de restrição, 8.000 m^3/s, até existir perspectiva de esgotamento do volume de espera. A partir daí, o valor da defluência será dado pelo diagrama de emergência, de acordo com os procedimentos que se fizerem necessários.

e) Os valores de volumes de espera apresentados para os reservatórios de Sobradinho e Itaparica são valores de referência indicativos para o planejamento. A disponibilidade de um sistema de previsão que garante uma antecedência de até 15 dias no conhecimento do hidrograma afluente, permite ao ONS e à CHESF, durante a operação, flexibilidade para reduzir ou aumentar o volume de espera alocado nos reservatórios no decorrer do período úmido, assegurando-se a preservação do tempo de retorno adotado para a proteção dos locais de restrição de vazão máxima.

f) Uma vez caracterizada a ausência de cheias de porte na bacia do rio São Francisco até o dia 31 de janeiro, o reenchimento do reservatório de Sobradinho pode ser realizado a partir de 01 de fevereiro.

g) Havendo indicações de chuvas e incrementais de porte, no trecho da bacia do rio São Francisco compreendido entre os reservatórios de Sobradinho e Itaparica, a operação do reservatório de Sobradinho deverá objetivar a mitigação de cheias que estejam ocorrendo a jusante de Sobradinho e/ou Itaparica.

h) A metodologia constante do documento ONS-NT-109/2006 - Metodologia para revisão dos volumes de espera do reservatório de Três Marias, permite que possa ser procedido o reenchimento do reservatório a partir de 01 de março, uma vez caracterizada, até o dia 28 de fevereiro, a ausência de cheias até Pirapora.

i) Havendo indicações de chuvas e incrementais de porte, no trecho da bacia do rio São Francisco compreendido entre o reservatório de Três Marias e o posto hidrométrico de Pirapora, a operação do reservatório deverá objetivar a mitigação de cheias que estejam ocorrendo a jusante.

j) Devido à necessidade de se testar e analisar os critérios propostos em tempo real, entende-se que as faixas de operação adotadas em todos os aproveitamentos da bacia do rio São Francisco poderão ser reavaliadas para o período úmido seguinte com base na experiência operativa.

k) O ONS, em conjunto com a Chesf, buscará o desenvolvimento de uma metodologia para efetuar a revisão da alocação do volume de espera entre os reservatórios de Sobradinho e Itaparica, considerando a influência do remanso deste último reservatório na cidade de Belém de São Francisco. Estas reavaliações terão como finalidade uma maior otimização energética, sem comprometimento da operação em controle de cheias.

Referências bibliográficas

CHESF, 2020. IT-DOOH-001/2020 – Manual de Operação e Controle de Cheias – Bacia do Rio São Francisco.

CHESF, 1991. NT-DOCH-021/91 – Aplicação de um Modelo de Regressão Multivariada para a Previsão de Volumes Afluentes a Sobradinho.

Cemig, 2020. Revisão Z IO EO/GT.05.004- Instruções para controle de vazões – UHE Três Marias.

Cemig, 2019. Revisão X IO EO/GT.05.018 - Instruções para controle de vazões – UHE Queimado.

ONS, DOP-REL 0104/2020, Regras para Operação de Controle de Cheias – Bacia do rio São Francisco – Ciclo 2020/2021, Diretoria de Operação, outubro de 2020.

ONS, 2021. Plano Anual de Prevenção de Cheias – Ciclo 2021/2022, Diretoria de Operação, DOP-REL 0322/2021, Agosto de 2021.

ONS, 2005. Metodologia para revisão dos volumes de espera do reservatório de Sobradinho, NT 133/2005.

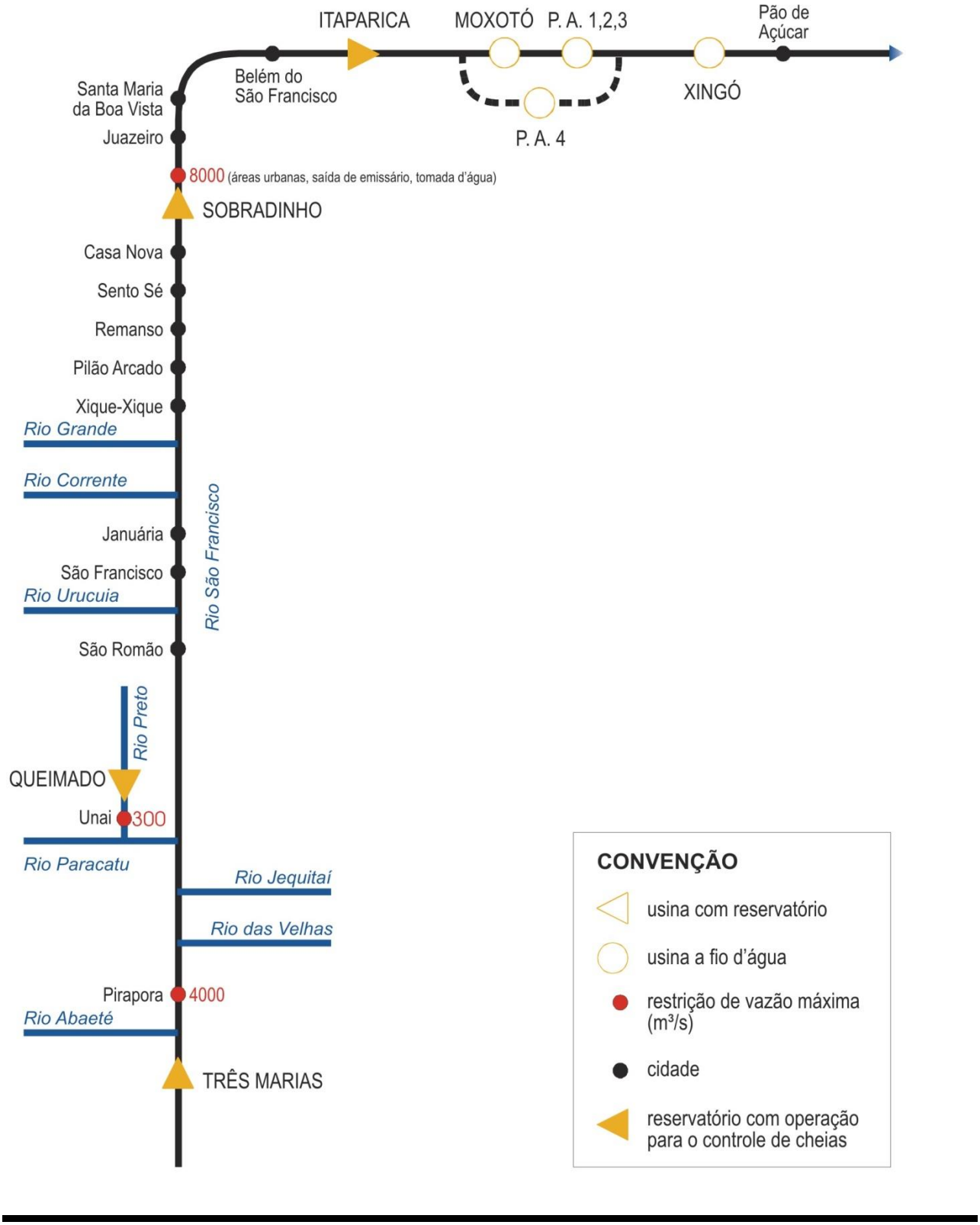
ONS, 2006. Metodologia para revisão dos volumes de espera do reservatório de Três Marias, NT 109/2006.

ONS, 2008b. Critérios para caracterização de situações de operação de controle de cheias, NT 3/070/2008, julho 2008.

ONS, DOP-REL-0011/2018 – Inventário das Restrições Operativas Hidráulicas dos Aproveitamentos Hidrelétricos – revisão 1.

Anexo 1 Esquema topológico da bacia

Figura 14 Esquema topológico da bacia do rio São Francisco



Anexo 2 Volumes de espera para controle de cheias - estação chuvosa 2021/2022

Quadro 7 Volumes de espera para controle de cheias durante a estação chuvosa 2021/2022

PERÍODO	APROVEITAMENTOS											
	TRÊS MARIAS			QUEIMADO			SOBRADINHO			ITAPARICA		
	TR=50 anos			TR=10 anos			TR=20 anos			TR=24 anos		
	V. E. (hm³)	Cota (m)	%VU	V. E. (hm³)	Cota (m)	%VU	V. E. (hm³)	Cota (m)	%VU	V. E. (hm³)	Cota (m)	%VU
30/10/21 a 5/11/21	30	572,47	99,80	70	826,95	82,03	0	392,50	100,00	0	304,00	100,00
6/11/21 a 12/11/21	1060	571,47	93,06	100	825,98	74,32	2760	391,82	90,37	0	304,00	100,00
13/11/21 a 19/11/21	1260	571,27	91,75	150	824,25	61,49	4610	391,33	83,92	891	304,00	100,00
20/11/21 a 26/11/21	1930	570,56	87,37	150	824,25	61,49	6160	390,90	78,51	1345	304,00	100,00
27/11/21 a 3/12/21	1930	570,56	87,37	160	823,88	58,92	6569	390,78	77,09	1570	302,87	74,89
4/12/21 a 10/12/21	3170	569,15	79,25	150	824,25	61,49	6569	390,78	77,09	1570	302,27	62,09
11/12/21 a 17/12/21	3220	569,09	78,92	150	824,25	61,49	6569	390,78	77,09	1570	301,96	55,75
18/12/21 a 24/12/21	3000	569,35	80,36	140	824,61	64,05	6569	390,78	77,09	1570	301,96	55,75
25/12/21 a 31/12/21	2780	569,60	81,80	130	824,97	66,62	6569	390,78	77,09	1570	301,96	55,75
1/1/22 a 7/1/22	2620	569,79	82,85	130	824,97	66,62	6569	390,78	77,09	1570	301,96	55,75
8/1/22 a 14/1/22	2550	569,87	83,31	120	825,31	69,19	6569	390,78	77,09	1570	301,96	55,75
15/1/22 a 21/1/22	2310	570,15	84,88	110	825,65	71,76	6569	390,78	77,09	1570	301,96	55,75
22/1/22 a 28/1/22	2250	570,22	85,27	100	825,98	74,32	6569	390,78	77,09	1570	301,96	55,75
29/1/22 a 4/2/22	2120	570,36	86,12	100	825,98	74,32	6569	390,78	77,09	1570	301,96	55,75
5/2/22 a 11/2/22	1940	570,55	87,30	90	826,31	76,89	6569	390,78	77,09	1570	301,96	55,75
12/2/22 a 18/2/22	1780	570,72	88,35	80	826,63	79,46	6569	390,78	77,09	1570	301,96	55,75
19/2/22 a 25/2/22	1500	571,02	90,18	70	826,95	82,03	6569	390,78	77,09	1570	301,96	55,75
26/2/22 a 4/3/22	1270	571,26	91,69	70	826,95	82,03	6569	390,78	77,09	1570	301,96	55,75
5/3/22 a 11/3/22	1230	571,30	91,95	60	827,25	84,59	6569	390,78	77,09	1570	301,96	55,75
12/3/22 a 18/3/22	1090	571,44	92,87	50	827,56	87,16	6569	390,78	77,09	1570	301,96	55,75
19/3/22 a 25/3/22	740	571,80	95,16	40	827,86	89,73	6569	390,78	77,09	1240	301,96	55,75
26/3/22 a 1/4/22	710	571,83	95,35	30	828,15	92,30	6569	390,78	77,09	860	301,96	55,75
2/4/22 a 8/4/22	330	572,22	97,84	30	828,15	92,30	6569	390,78	77,09	110	302,41	65,05
9/4/22 a 15/4/22	140	572,38	99,08	20	828,44	94,86	6569	390,78	77,09	35	302,91	75,76
16/4/22 a 22/4/22	10	572,49	99,93	10	828,72	97,43	6569	390,78	77,09	35	303,86	96,90
23/4/22 a 29/4/22	0	572,50	100,00	0	829,00	100,00	6569	390,78	77,09	35	303,96	99,01
30/4/22 a 6/5/22	0	572,50	100,00	0	829,00	100,00	5995	390,94	79,09	0	303,96	99,01
7/5/22 a 13/5/22	0	572,50	100,00	0	829,00	100,00	4625	391,32	83,87	0	303,96	99,01
14/5/22 a 20/5/22	0	572,50	100,00	0	829,00	100,00	0	392,50	100,00	0	304,00	100,00

Obs: TR – Tempo de recorrência em anos
%VU - % de volume útil do reservatório
Cota (m) – cota correspondente em metros

Anexo 3 Volumes de espera para estabelecimento das faixas de operação em Atenção e Alerta (VEATAL) para controle de cheias

Quadro 8 Volumes de Espera para estabelecimento das faixas de operação em Atenção e Alerta (VEATAL) para Controle de Cheias

PERÍODO	APROVEITAMENTOS											
	TRÊS MARIAS			QUEIMADO			SOBRADINHO			ITAPARICA		
	V. E. (hm³)	Cota (m)	%VU	V. E. (hm³)	Cota (m)	%VU	V. E. (hm³)	Cota (m)	%VU	V. E. (hm³)	Cota (m)	%VU
30/10/21 a 5/11/21	30	572,47	99,80	70	826,95	82,03	0	392,50	100,00	0	304,00	100,00
6/11/21 a 12/11/21	1060	571,47	93,06	90	826,31	76,89	2070	391,99	92,78	0	304,00	100,00
13/11/21 a 19/11/21	1260	571,27	91,75	90	826,31	76,89	3458	391,64	87,94	668	304,00	100,00
20/11/21 a 26/11/21	1260	571,27	91,75	110	825,65	71,76	4620	391,33	83,89	1009	304,00	100,00
27/11/21 a 3/12/21	1930	570,56	87,37	110	825,65	71,76	4927	391,24	82,82	1178	303,16	81,17
4/12/21 a 10/12/21	2580	569,84	83,11	120	825,31	69,19	4927	391,24	82,82	1178	302,72	71,57
11/12/21 a 17/12/21	2580	569,84	83,11	120	825,31	69,19	4927	391,24	82,82	1178	302,49	66,81
18/12/21 a 24/12/21	2440	570,00	84,03	110	825,65	71,76	4927	391,24	82,82	1178	302,49	66,81
25/12/21 a 31/12/21	2340	570,12	84,68	100	825,98	74,32	4927	391,24	82,82	1178	302,49	66,81
1/1/22 a 7/1/22	2170	570,30	85,80	100	825,98	74,32	4927	391,24	82,82	1178	302,49	66,81
8/1/22 a 14/1/22	2130	570,35	86,06	90	826,31	76,89	4927	391,24	82,82	1178	302,49	66,81
15/1/22 a 21/1/22	1990	570,50	86,97	90	826,31	76,89	4927	391,24	82,82	1178	302,49	66,81
22/1/22 a 28/1/22	1860	570,63	87,83	80	826,63	79,46	4927	391,24	82,82	1178	302,49	66,81
29/1/22 a 4/2/22	1750	570,75	88,55	70	826,95	82,03	4927	391,24	82,82	1178	302,49	66,81
5/2/22 a 11/2/22	1640	570,87	89,27	70	826,95	82,03	4927	391,24	82,82	1178	302,49	66,81
12/2/22 a 18/2/22	1440	571,08	90,57	60	827,25	84,59	4927	391,24	82,82	1178	302,49	66,81
19/2/22 a 25/2/22	1260	571,27	91,75	60	827,25	84,59	4927	391,24	82,82	1178	302,49	66,81
26/2/22 a 4/3/22	1260	571,27	91,75	50	827,56	87,16	4927	391,24	82,82	1178	302,49	66,81
5/3/22 a 11/3/22	970	571,57	93,65	40	827,86	89,73	4927	391,24	82,82	1178	302,49	66,81
12/3/22 a 18/3/22	840	571,70	94,50	40	827,86	89,73	4927	391,24	82,82	1178	302,49	66,81
19/3/22 a 25/3/22	480	572,07	96,86	30	828,15	92,30	4927	391,24	82,82	930	302,49	66,81
26/3/22 a 1/4/22	480	572,07	96,86	30	828,15	92,30	4927	391,24	82,82	645	302,49	66,81
2/4/22 a 8/4/22	330	572,22	97,84	20	828,44	94,86	4927	391,24	82,82	83	302,82	73,79
9/4/22 a 15/4/22	140	572,38	99,08	10	828,72	97,43	4927	391,24	82,82	26	303,19	81,82
16/4/22 a 22/4/22	10	572,49	99,93	10	828,72	97,43	4927	391,24	82,82	26	303,90	97,67
23/4/22 a 29/4/22	0	572,50	100,00	0	829,00	100,00	4927	391,24	82,82	26	303,97	99,26
30/4/22 a 6/5/22	0	572,50	100,00	0	829,00	100,00	4496	391,36	84,32	0	303,97	99,26
7/5/22 a 13/5/22	0	572,50	100,00	0	829,00	100,00	3469	391,63	87,90	0	303,97	99,26
14/5/22 a 20/5/22	0	572,50	100,00	0	829,00	100,00	0	392,50	100,00	0	304,00	100,00

Obs: TR – Tempo de recorrência em anos
%VU - % de volume útil do reservatório
Cota (m) – cota correspondente em metros

Anexo 4 Diagramas de operação Normal/Atenção

1 Sobradinho

PARA VOLUME DE ESPERA = 77,09% DO VOLUME ÚTIL

DIAGRAMA DE OPERACAO NORMAL

RESERVATORIO DE SOBRADINHO

NIVEL DAGUA	VAZOES AFLUENTES 5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000
390.78	5000	6000	7000	7996	x	x	x	x	x
390.68	3948	4844	5748	6659	7575	x	x	x	x
390.58	3538	4390	5254	6128	7009	7897	x	x	x
390.48	3232	4051	4885	5731	6585	7448	x	x	x
390.38	2982	3773	4581	5402	6234	7076	7925	x	x
390.28	2767	3533	4318	5118	5930	6753	7584	x	x
390.18	2577	3320	4085	4865	5660	6465	7280	x	x
390.08	2406	3128	3874	4637	5414	6204	7004	7813	x
389.98	2252	2956	3684	4430	5193	5968	6755	7551	x
389.88	2120	2807	3519	4252	5001	5764	6538	7323	x
389.78		2668	3366	4085	4821	5572	6335	7108	7891
389.68		2537	3221	3927	4651	5390	6142	6905	7678
389.58		2414	3084	3778	4490	5218	5960	6713	7476
389.48		2298	2955	3636	4337	5054	5786	6529	7284
389.38		2187	2831	3501	4191	4898	5620	6354	7099
389.28		2081	2713	3372	4051	4748	5461	6186	6923
389.18			2601	3248	3917	4605	5308	6025	6753
389.08			2493	3129	3789	4467	5161	5869	6589
388.98			2391	3017	3667	4337	5022	5722	6435
388.88			2301	2918	3559	4220	4898	5591	6296
388.78			2213	2821	3454	4107	4777	5463	6161
388.68			2129	2728	3352	3997	4660	5339	6031
388.58			2047	2637	3253	3891	4547	5218	5903
388.48				2549	3157	3787	4436	5101	5780
388.38				2464	3064	3687	4328	4987	5659
388.28				2381	2973	3589	4224	4875	5541
388.18				2300	2885	3493	4122	4767	5427
388.08				2222	2799	3400	4022	4661	5315
387.98				2147	2717	3312	3927	4559	5207
387.88				2080	2643	3231	3840	4468	5110
387.78				2014	2571	3153	3756	4378	5015
387.68					2500	3076	3674	4290	4922
387.58					2431	3001	3593	4203	4831
387.48					2363	2927	3513	4119	4741
387.38					2297	2855	3436	4036	4653
387.28					2232	2784	3359	3954	4567
387.18					2168	2715	3284	3874	4482

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a turbinamento
II) x indica defluencia maior que a restricao

PARA VOLUME DE ESPERA = 78,51% DO VOLUME ÚTIL

DIAGRAMA DE OPERACAO NORMAL

RESERVATORIO DE SOBRADINHO

NIVEL	VAZOES AFLUENTES								
DAGUA	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000
390.90	5000	6000	7000	7996	x	x	x	x	x
390.80	3948	4844	5748	6659	7575	x	x	x	x
390.70	3538	4390	5254	6128	7009	7897	x	x	x
390.60	3232	4051	4885	5731	6585	7448	x	x	x
390.50	2982	3773	4581	5402	6234	7076	7925	x	x
390.40	2767	3533	4318	5118	5930	6753	7584	x	x
390.30	2577	3320	4085	4865	5660	6465	7280	x	x
390.20	2406	3128	3874	4637	5414	6204	7004	7813	x
390.10	2250	2953	3680	4427	5189	5964	6750	7546	x
390.00	2106	2791	3502	4233	4980	5742	6515	7298	x
389.90		2653	3349	4067	4802	5551	6313	7085	7867
389.80		2523	3206	3910	4633	5371	6122	6884	7656
389.70		2401	3070	3762	4473	5200	5940	6692	7455
389.60		2285	2941	3621	4320	5037	5767	6510	7263
389.50		2175	2818	3486	4175	4881	5602	6335	7079
389.40		2070	2701	3358	4036	4732	5444	6168	6904
389.30			2589	3235	3903	4589	5291	6007	6735
389.20			2481	3117	3775	4452	5145	5852	6572
389.10			2378	3003	3652	4320	5004	5703	6415
389.00			2279	2894	3533	4192	4868	5559	6263
388.90			2192	2798	3429	4080	4748	5432	6129
388.80			2108	2705	3328	3971	4632	5309	5999
388.70			2027	2615	3230	3865	4519	5189	5873
388.60				2528	3134	3763	4410	5073	5750
388.50				2443	3042	3663	4303	4959	5630
388.40				2361	2952	3565	4199	4849	5513
388.30				2281	2864	3470	4097	4741	5399
388.20				2203	2779	3378	3998	4635	5288
388.10				2127	2695	3288	3901	4532	5179
388.00				2054	2614	3200	3807	4432	5073
387.90					2543	3122	3723	4343	4978
387.80					2472	3046	3641	4255	4886
387.70					2404	2971	3561	4170	4795
387.60					2337	2898	3482	4086	4706
387.50					2271	2827	3405	4003	4619
387.40					2207	2756	3330	3923	4533
387.30					2143	2688	3255	3843	4449

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a turbinamento
II) x indica defluencia maior que a restricao

PARA VOLUME DE ESPERA = 79,09% DO VOLUME ÚTIL

DIAGRAMA DE OPERACAO NORMAL

RESERVATORIO DE SOBRADINHO

NIVEL DAGUA	VAZOES AFLUENTES								
	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000
390.94	5000	6000	7000	7996	x	x	x	x	x
390.84	3948	4844	5748	6659	7575	x	x	x	x
390.74	3538	4390	5254	6128	7009	7897	x	x	x
390.64	3232	4051	4885	5731	6585	7448	x	x	x
390.54	2982	3773	4581	5402	6234	7076	7925	x	x
390.44	2767	3533	4318	5118	5930	6753	7584	x	x
390.34	2577	3320	4085	4865	5660	6465	7280	x	x
390.24	2406	3128	3874	4637	5414	6204	7004	7813	x
390.14	2250	2953	3680	4427	5189	5964	6750	7546	x
390.04	2106	2791	3502	4233	4980	5742	6515	7298	x
389.94		2648	3344	4061	4795	5544	6305	7078	7859
389.84		2519	3200	3904	4627	5364	6115	6876	7648
389.74		2397	3065	3756	4467	5193	5933	6685	7447
389.64		2281	2936	3616	4315	5031	5761	6503	7256
389.54		2171	2813	3481	4170	4876	5596	6329	7073
389.44		2066	2696	3353	4031	4727	5438	6162	6897
389.34			2585	3230	3898	4584	5286	6001	6728
389.24			2477	3112	3770	4447	5140	5847	6566
389.14			2374	2999	3647	4315	4999	5698	6409
389.04			2275	2890	3529	4187	4863	5554	6257
388.94			2185	2790	3420	4071	4739	5422	6118
388.84			2102	2698	3319	3962	4623	5299	5989
388.74			2021	2608	3222	3857	4510	5180	5863
388.64				2521	3127	3754	4401	5063	5740
388.54				2437	3034	3655	4294	4950	5620
388.44				2354	2944	3558	4190	4840	5504
388.34				2275	2857	3463	4089	4732	5390
388.24				2197	2772	3371	3990	4627	5279
388.14				2121	2689	3281	3894	4524	5170
388.04				2048	2608	3193	3799	4424	5064
387.94					2533	3112	3712	4331	4966
387.84					2463	3036	3631	4244	4874
387.74					2395	2962	3551	4159	4783
387.64					2328	2889	3472	4075	4694
387.54					2262	2817	3395	3993	4607
387.44					2198	2747	3320	3912	4522
387.34					2135	2679	3246	3833	4438

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a turbinamento
II) x indica defluencia maior que a restricao

PARA VOLUME DE ESPERA = 83,87% DO VOLUME ÚTIL

DIAGRAMA DE OPERACAO NORMAL

RESERVATORIO DE SOBRADINHO

NIVEL DAGUA	VAZOES AFLUENTES								
	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000
391.32	5000	6000	7000	7996	x	x	x	x	x
391.22	3897	4788	5687	6593	7505	x	x	x	x
391.12	3468	4313	5170	6038	6913	7795	x	x	x
391.02	3150	3960	4785	5622	6470	7325	x	x	x
390.92	2907	3689	4489	5303	6129	6964	7806	x	x
390.82	2701	3459	4237	5031	5837	6654	7479	x	x
390.72	2518	3254	4012	4787	5575	6376	7185	x	x
390.62	2352	3068	3808	4565	5337	6122	6918	7722	x
390.52	2201	2898	3620	4361	5118	5889	6670	7462	x
390.42	2061	2740	3445	4171	4914	5671	6440	7219	x
390.32		2593	3283	3994	4724	5468	6224	6992	7769
390.22		2456	3130	3828	4544	5276	6021	6778	7544
390.12		2326	2986	3671	4374	5095	5828	6574	7331
390.02		2204	2850	3522	4213	4922	5645	6381	7128
389.92		2095	2729	3389	4070	4769	5482	6209	6947
389.82			2616	3265	3936	4624	5329	6047	6776
389.72			2507	3146	3806	4486	5181	5890	6612
389.62			2403	3031	3682	4352	5039	5740	6453
389.52			2303	2921	3562	4223	4902	5594	6300
389.42			2207	2814	3446	4099	4769	5454	6152
389.32			2114	2712	3335	3979	4640	5318	6008
389.22			2025	2613	3227	3862	4516	5186	5869
389.12				2517	3122	3749	4395	5058	5734
389.02				2424	3020	3640	4278	4933	5602
388.92				2340	2929	3541	4172	4821	5484
388.82				2261	2842	3447	4072	4714	5371
388.72				2184	2757	3355	3973	4609	5260
388.62				2108	2675	3265	3877	4507	5152
388.52				2035	2594	3178	3783	4407	5046
388.42					2515	3093	3692	4309	4942
388.32					2439	3009	3602	4213	4841
388.22					2364	2928	3514	4120	4742
388.12					2290	2848	3428	4028	4645
388.02					2219	2770	3344	3938	4549
387.92					2154	2699	3268	3857	4463
387.82					2092	2632	3195	3779	4380
387.72					2031	2565	3123	3702	4298

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a turbinamento
II) x indica defluencia maior que a restricao

PARA VOLUME DE ESPERA = 83,92% DO VOLUME ÚTIL

DIAGRAMA DE OPERACAO NORMAL

RESERVATORIO DE SOBRADINHO

NIVEL	VAZOES AFLUENTES								
DAGUA	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000
391.33	5000	6000	7000	7996	x	x	x	x	x
391.23	3897	4788	5687	6593	7505	x	x	x	x
391.13	3468	4313	5170	6038	6913	7795	x	x	x
391.03	3150	3960	4785	5622	6470	7325	x	x	x
390.93	2905	3687	4487	5300	6126	6960	7803	x	x
390.83	2699	3457	4235	5028	5834	6651	7476	x	x
390.73	2516	3252	4010	4785	5573	6373	7183	x	x
390.63	2351	3066	3806	4563	5335	6120	6915	7719	x
390.53	2199	2896	3618	4359	5116	5886	6668	7459	x
390.43	2060	2738	3444	4170	4912	5669	6438	7217	x
390.33		2592	3281	3992	4722	5466	6222	6990	7767
390.23		2454	3129	3826	4542	5274	6019	6775	7542
390.13		2325	2985	3669	4373	5093	5826	6572	7329
390.03		2203	2849	3520	4212	4920	5644	6379	7126
389.93		2093	2727	3387	4067	4766	5479	6206	6943
389.83			2614	3262	3933	4622	5326	6043	6773
389.73			2505	3143	3804	4483	5178	5887	6608
389.63			2401	3029	3679	4349	5036	5737	6450
389.53			2301	2918	3560	4221	4899	5592	6297
389.43			2205	2812	3444	4096	4766	5451	6149
389.33			2112	2710	3332	3976	4638	5315	6005
389.23			2023	2611	3224	3860	4513	5183	5866
389.13				2515	3120	3747	4393	5055	5731
389.03				2422	3018	3637	4276	4931	5600
388.93				2338	2926	3538	4169	4817	5480
388.83				2258	2839	3444	4068	4710	5367
388.73				2181	2755	3352	3970	4605	5256
388.63				2106	2672	3263	3874	4503	5148
388.53				2033	2591	3175	3780	4403	5042
388.43					2513	3090	3689	4306	4939
388.33					2436	3007	3599	4210	4838
388.23					2361	2925	3511	4117	4739
388.13					2288	2845	3425	4025	4642
388.03					2217	2768	3341	3935	4546
387.93					2151	2696	3265	3853	4459
387.83					2089	2629	3192	3775	4376
387.73					2029	2562	3120	3698	4295

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a turbinamento
II) x indica defluencia maior que a restricao

PARA VOLUME DE ESPERA = 90,37% DO VOLUME ÚTIL

DIAGRAMA DE OPERACAO NORMAL

RESERVATORIO DE SOBRADINHO

NIVEL	VAZOES AFLUENTES								
DAGUA	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000
391.82	5000	6000	7000	7996	x	x	x	x	x
391.72	3897	4788	5687	6593	7505	x	x	x	x
391.62	3468	4313	5170	6038	6913	7795	x	x	x
391.52	3150	3960	4785	5622	6470	7325	x	x	x
391.42	2889	3669	4467	5280	6103	6936	7778	x	x
391.32	2665	3419	4193	4983	5786	6599	7422	x	x
391.22	2468	3198	3951	4720	5504	6300	7105	7919	x
391.12	2291	2999	3731	4482	5249	6028	6818	7617	x
391.02	2130	2818	3531	4265	5015	5778	6554	7339	x
390.92		2662	3360	4078	4814	5564	6326	7100	7882
390.82		2521	3202	3907	4629	5367	6117	6879	7651
390.72		2387	3054	3745	4455	5180	5920	6671	7432
390.62		2262	2915	3592	4290	5004	5732	6473	7224
390.52		2143	2782	3447	4133	4836	5554	6284	7026
390.42		2030	2656	3309	3983	4676	5383	6104	6837
390.32			2536	3177	3840	4522	5220	5931	6655
390.22			2421	3051	3703	4375	5063	5766	6480
390.12			2311	2930	3572	4234	4913	5606	6312
390.02			2206	2813	3445	4098	4768	5452	6150
389.92			2112	2709	3331	3975	4637	5314	6004
389.82			2022	2610	3223	3859	4512	5182	5865
389.72				2514	3119	3746	4392	5054	5730
389.62				2421	3017	3637	4275	4929	5599
389.52				2331	2919	3530	4161	4809	5471
389.42				2244	2824	3427	4050	4691	5347
389.32				2160	2731	3326	3943	4576	5225
389.22				2078	2641	3229	3838	4465	5107
389.12					2553	3133	3735	4356	4992
389.02					2468	3041	3636	4249	4879
388.92					2390	2957	3545	4153	4777
388.82					2317	2876	3459	4061	4679
388.72					2244	2798	3374	3970	4583
388.62					2174	2721	3291	3882	4489
388.52					2105	2646	3210	3795	4397
388.42					2038	2572	3130	3709	4307
388.32						2500	3052	3626	4218
388.22						2429	2976	3544	4131

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a turbinamento
II) x indica defluencia maior que a restricao

PARA VOLUME DE ESPERA = 100,00% DO VOLUME ÚTIL

DIAGRAMA DE OPERACAO NORMAL

RESERVATORIO DE SOBRADINHO

NIVEL DAGUA	VAZOES AFLUENTES								
	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000
392.50	5000	6000	7000	7996	x	x	x	x	x
392.40	3836	4720	5614	6515	7421	x	x	x	x
392.30	3385	4221	5070	5929	6798	7673	x	x	x
392.20	3051	3850	4665	5493	6331	7179	x	x	x
392.10	2778	3546	4332	5133	5946	6770	7602	x	x
392.00	2545	3284	4045	4823	5614	6417	7229	x	x
391.90	2360	3077	3817	4576	5349	6134	6930	7736	x
391.80	2193	2889	3610	4350	5107	5876	6657	7448	x
391.70	2040	2716	3419	4143	4883	5638	6405	7183	7969
391.60		2556	3242	3950	4676	5416	6170	6935	7709
391.50		2407	3077	3769	4481	5208	5949	6702	7465
391.40		2268	2921	3600	4298	5012	5741	6482	7234
391.30		2137	2775	3439	4125	4827	5544	6274	7015
391.20		2013	2637	3288	3960	4651	5357	6076	6807
391.10			2505	3143	3804	4483	5178	5887	6609
391.00			2380	3006	3654	4323	5008	5707	6418
390.90			2272	2886	3525	4183	4859	5549	6252
390.80			2169	2772	3400	4049	4716	5397	6092
390.70			2069	2662	3280	3920	4577	5251	5938
390.60				2555	3164	3795	4444	5109	5788
390.50				2453	3052	3674	4314	4972	5643
390.40				2353	2943	3556	4189	4838	5503
390.30				2258	2839	3443	4067	4709	5366
390.20				2165	2737	3333	3949	4584	5233
390.10				2075	2638	3226	3835	4461	5104
390.00					2543	3122	3723	4343	4978
389.90					2457	3030	3624	4237	4866
389.80					2374	2939	3527	4133	4756
389.70					2294	2851	3432	4032	4649
389.60					2215	2766	3339	3933	4544
389.50					2138	2682	3249	3836	4441
389.40					2063	2600	3160	3742	4341
389.30						2520	3074	3649	4242
389.20						2441	2989	3558	4146
389.10						2365	2906	3470	4051
389.00						2290	2825	3382	3959
388.90						2224	2753	3305	3876

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a turbinamento
II) x indica defluencia maior que a restricao

2 Itaparica

PARA VOLUME DE ESPERA = 55,75% DO VOLUME ÚTIL

DIAGRAMA DE OPERACAO NORMAL

RESERVATORIO DE ITAPARICA

NIVEL DAGUA	VAZOES AFLUENTES 5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000
301.96	5000	6000	7000	7996	x	x	x	x	x
301.91	3333	4163	5007	5862	6726	7597	x	x	x
301.86	2710	3469	4248	5042	5849	6666	7493	x	x
301.81	2260	2964	3693	4441	5204	5980	6767	7564	x
301.76	1901	2559	3244	3952	4678	5419	6173	6938	7713
301.71	1601	2217	2865	3538	4231	4941	5665	6402	7150
301.66		1921	2534	3175	3838	4520	5218	5929	6653
301.61		1661	2241	2852	3488	4144	4816	5504	6205
301.56			1979	2562	3171	3802	4452	5118	5798
301.51			1741	2297	2882	3490	4118	4763	5423
301.46			1525	2055	2616	3202	3809	4434	5075
301.41				1833	2371	2936	3523	4129	4752
301.36				1627	2143	2687	3255	3843	4448
301.31					1931	2455	3004	3575	4163
301.26					1733	2238	2769	3322	3894
301.21					1558	2045	2559	3097	3654
301.16						1866	2364	2886	3429
301.11						1696	2178	2685	3214
301.06						1536	2002	2495	3010
301.01							1834	2313	2814
300.96							1675	2139	2627
300.91							1523	1973	2448
300.86								1814	2276
300.81								1663	2112
300.76								1518	1954
300.71									1803
300.66									1657
300.61									1518
300.56									
300.51									
300.46									
300.41									
300.36									
300.31									
300.26									
300.21									
300.16									

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a turbinamento
II) x indica defluencia maior que a restricao

PARA VOLUME DE ESPERA = 62,09% DO VOLUME ÚTIL

DIAGRAMA DE OPERACAO NORMAL

RESERVATORIO DE ITAPARICA

NIVEL DAGUA	VAZOES AFLUENTES								
	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000
302.27	5000	6000	7000	7996	x	x	x	x	x
302.22	3333	4163	5007	5862	6726	7597	x	x	x
302.17	2710	3469	4248	5042	5849	6666	7493	x	x
302.12	2260	2964	3693	4441	5204	5980	6767	7564	x
302.07	1901	2559	3244	3952	4678	5419	6173	6938	7713
302.02	1601	2217	2865	3538	4231	4941	5665	6402	7150
301.97		1921	2534	3175	3838	4520	5218	5929	6653
301.92		1661	2241	2852	3488	4144	4816	5504	6205
301.87			1979	2562	3171	3802	4452	5118	5798
301.82			1741	2297	2882	3490	4118	4763	5423
301.77			1525	2055	2616	3202	3809	4434	5075
301.72				1833	2371	2936	3523	4129	4752
301.67				1627	2143	2687	3255	3843	4448
301.62					1931	2455	3004	3575	4163
301.57					1733	2238	2769	3322	3894
301.52					1548	2034	2547	3083	3640
301.47						1842	2338	2858	3399
301.42						1661	2140	2644	3170
301.37							1953	2441	2952
301.32							1775	2248	2744
301.27							1607	2064	2547
301.22								1897	2366
301.17								1742	2197
301.12								1594	2036
301.07									1881
301.02									1733
300.97									1591
300.92									
300.87									
300.82									
300.77									
300.72									
300.67									
300.62									
300.57									
300.52									
300.47									

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a turbinamento
II) x indica defluencia maior que a restricao

PARA VOLUME DE ESPERA = 65,05% DO VOLUME ÚTIL

DIAGRAMA DE OPERACAO NORMAL

RESERVATORIO DE ITAPARICA

NIVEL DAGUA	VAZOES AFLUENTES								
	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000
302.41	5000	6000	7000	7996	x	x	x	x	x
302.36	3333	4163	5007	5862	6726	7597	x	x	x
302.31	2710	3469	4248	5042	5849	6666	7493	x	x
302.26	2260	2964	3693	4441	5204	5980	6767	7564	x
302.21	1901	2559	3244	3952	4678	5419	6173	6938	7713
302.16	1601	2217	2865	3538	4231	4941	5665	6402	7150
302.11		1921	2534	3175	3838	4520	5218	5929	6653
302.06		1661	2241	2852	3488	4144	4816	5504	6205
302.01			1979	2562	3171	3802	4452	5118	5798
301.96			1741	2297	2882	3490	4118	4763	5423
301.91			1525	2055	2616	3202	3809	4434	5075
301.86				1833	2371	2936	3523	4129	4752
301.81				1627	2143	2687	3255	3843	4448
301.76					1931	2455	3004	3575	4163
301.71					1733	2238	2769	3322	3894
301.66					1548	2034	2547	3083	3640
301.61						1842	2338	2858	3399
301.56						1661	2140	2644	3170
301.51							1953	2441	2952
301.46							1775	2248	2744
301.41							1607	2064	2547
301.36								1890	2358
301.31								1723	2177
301.26								1565	2005
301.21									1849
301.16									1702
301.11									1561
301.06									
301.01									
300.96									
300.91									
300.86									
300.81									
300.76									
300.71									
300.66									
300.61									

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a turbinamento
II) x indica defluencia maior que a restricao

PARA VOLUME DE ESPERA = 74,89% DO VOLUME ÚTIL

DIAGRAMA DE OPERACAO NORMAL

RESERVATORIO DE ITAPARICA

NIVEL DAGUA	VAZOES AFLUENTES								
	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000
302.87	5000	6000	7000	7996	x	x	x	x	x
302.82	3279	4103	4942	5791	6650	7517	x	x	x
302.77	2638	3389	4160	4947	5747	6558	7378	x	x
302.72	2177	2871	3590	4328	5083	5851	6631	7420	x
302.67	1810	2455	3130	3828	4544	5276	6021	6778	7544
302.62	1505	2107	2742	3403	4085	4785	5499	6227	6966
302.57		1806	2405	3033	3684	4354	5041	5742	6456
302.52		1542	2107	2704	3326	3969	4630	5307	5997
302.47			1851	2419	3015	3634	4272	4927	5596
302.42			1624	2167	2739	3335	3952	4586	5236
302.37				1936	2485	3059	3655	4270	4902
302.32				1722	2249	2802	3379	3976	4589
302.27				1525	2029	2563	3121	3699	4296
302.22					1825	2339	2878	3439	4019
302.17					1634	2129	2650	3194	3758
302.12						1931	2435	2963	3511
302.07						1745	2232	2744	3277
302.02						1570	2040	2535	3053
301.97							1858	2338	2841
301.92							1685	2150	2639
301.87							1522	1971	2446
301.82								1801	2261
301.77								1639	2085
301.72									1917
301.67									1756
301.62									1602
301.57									
301.52									
301.47									
301.42									
301.37									
301.32									
301.27									
301.22									
301.17									
301.12									
301.07									

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a turbinamento
II) x indica defluencia maior que a restricao

PARA VOLUME DE ESPERA = 75,76% DO VOLUME ÚTIL

DIAGRAMA DE OPERACAO NORMAL

RESERVATORIO DE ITAPARICA

NIVEL DAGUA	VAZOES AFLUENTES								
	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000
302.91	5000	6000	7000	7996	x	x	x	x	x
302.86	3279	4103	4942	5791	6650	7517	x	x	x
302.81	2638	3389	4160	4947	5747	6558	7378	x	x
302.76	2177	2871	3590	4328	5083	5851	6631	7420	x
302.71	1810	2455	3130	3828	4544	5276	6021	6778	7544
302.66	1505	2107	2742	3403	4085	4785	5499	6227	6966
302.61		1806	2405	3033	3684	4354	5041	5742	6456
302.56		1542	2107	2704	3326	3969	4630	5307	5997
302.51			1840	2408	3003	3621	4258	4912	5580
302.46			1612	2153	2724	3319	3934	4568	5216
302.41				1923	2471	3044	3639	4253	4883
302.36				1711	2236	2788	3364	3959	4572
302.31				1514	2017	2550	3106	3684	4279
302.26					1814	2327	2865	3425	4004
302.21					1623	2117	2638	3181	3744
302.16						1920	2423	2950	3497
302.11						1735	2221	2731	3263
302.06						1560	2029	2524	3041
302.01							1848	2327	2829
301.96							1676	2139	2628
301.91							1512	1961	2435
301.86								1791	2251
301.81								1630	2075
301.76									1908
301.71									1747
301.66									1593
301.61									
301.56									
301.51									
301.46									
301.41									
301.36									
301.31									
301.26									
301.21									
301.16									
301.11									

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a turbinamento
II) x indica defluencia maior que a restricao

PARA VOLUME DE ESPERA = 96,90% DO VOLUME ÚTIL

DIAGRAMA DE OPERACAO NORMAL

RESERVATORIO DE ITAPARICA

NIVEL DAGUA	VAZOES AFLUENTES								
	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000
303.86	5000	6000	7000	7996	x	x	x	x	x
303.81	3240	4060	4895	5741	6596	7459	x	x	x
303.76	2586	3331	4097	4878	5674	6480	7296	x	x
303.71	2133	2822	3536	4270	5020	5784	6559	7345	x
303.66	1774	2415	3085	3779	4491	5219	5961	6714	7477
303.61		2072	2703	3361	4039	4736	5447	6172	6908
303.56		1776	2371	2995	3643	4310	4994	5693	6404
303.51		1515	2077	2670	3289	3930	4588	5262	5950
303.46			1813	2378	2970	3585	4220	4871	5537
303.41			1575	2112	2679	3270	3882	4512	5157
303.36				1869	2412	2980	3570	4179	4805
303.31				1647	2165	2711	3281	3871	4478
303.26					1937	2462	3011	3582	4171
303.21					1725	2229	2759	3311	3883
303.16					1528	2011	2522	3057	3612
303.11						1808	2300	2817	3355
303.06						1616	2091	2591	3113
303.01							1893	2376	2883
302.96							1707	2173	2664
302.91							1531	1981	2456
302.86								1798	2259
302.81								1625	2070
302.76									1891
302.71									1720
302.66									1557
302.61									
302.56									
302.51									
302.46									
302.41									
302.36									
302.31									
302.26									
302.21									
302.16									
302.11									
302.06									

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a turbinamento
II) x indica defluencia maior que a restricao

PARA VOLUME DE ESPERA = 99,01% DO VOLUME ÚTIL

DIAGRAMA DE OPERACAO NORMAL

RESERVATORIO DE ITAPARICA

NIVEL DAGUA	VAZOES AFLUENTES								
	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000
303.96	5000	6000	7000	7996	x	x	x	x	x
303.91	3240	4060	4895	5741	6596	7459	x	x	x
303.86	2586	3331	4097	4878	5674	6480	7296	x	x
303.81	2118	2804	3516	4248	4997	5760	6534	7318	x
303.76	1746	2382	3049	3739	4448	5173	5912	6663	7424
303.71		2041	2669	3322	3998	4691	5400	6122	6855
303.66		1749	2340	2962	3606	4271	4953	5648	6357
303.61			2049	2640	3256	3894	4550	5222	5908
303.56			1789	2350	2940	3553	4185	4834	5498
303.51			1553	2087	2651	3240	3850	4478	5121
303.46				1847	2386	2952	3541	4148	4772
303.41				1626	2142	2686	3253	3841	4447
303.36					1915	2438	2986	3554	4142
303.31					1705	2207	2735	3286	3856
303.26					1509	1991	2500	3033	3586
303.21						1788	2279	2794	3331
303.16						1598	2071	2569	3090
303.11							1874	2356	2861
303.06							1689	2154	2643
303.01							1514	1963	2436
302.96								1781	2240
302.91								1609	2052
302.86									1874
302.81									1704
302.76									1541
302.71									
302.66									
302.61									
302.56									
302.51									
302.46									
302.41									
302.36									
302.31									
302.26									
302.21									
302.16									

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a turbinamento
II) x indica defluencia maior que a restricao

PARA VOLUME DE ESPERA = 100,00% DO VOLUME ÚTIL

DIAGRAMA DE OPERACAO NORMAL

RESERVATORIO DE ITAPARICA

NIVEL DAGUA	VAZOES AFLUENTES								
	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000
304.00	5000	6000	7000	7996	x	x	x	x	x
303.95	3240	4060	4895	5741	6596	7459	x	x	x
303.90	2586	3331	4097	4878	5674	6480	7296	x	x
303.85	2118	2804	3516	4248	4997	5760	6534	7318	x
303.80	1746	2382	3049	3739	4448	5173	5912	6663	7424
303.75		2029	2655	3307	3982	4674	5381	6102	6835
303.70		1738	2328	2948	3592	4256	4936	5631	6338
303.65			2039	2628	3243	3880	4535	5206	5891
303.60			1779	2340	2928	3540	4171	4820	5483
303.55			1544	2077	2641	3228	3837	4464	5107
303.50				1838	2376	2942	3529	4135	4759
303.45				1618	2133	2676	3243	3830	4434
303.40					1907	2429	2975	3543	4130
303.35					1697	2198	2726	3275	3845
303.30					1502	1982	2491	3023	3575
303.25						1780	2270	2785	3321
303.20						1591	2063	2560	3080
303.15							1867	2348	2852
303.10							1682	2146	2635
303.05							1507	1955	2429
303.00								1774	2232
302.95								1602	2045
302.90									1867
302.85									1697
302.80									1535
302.75									
302.70									
302.65									
302.60									
302.55									
302.50									
302.45									
302.40									
302.35									
302.30									
302.25									
302.20									

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a turbinamento
II) x indica defluencia maior que a restricao

Anexo 5 Diagramas de operação em emergência

1 Sobradinho - Sem Sobrecarga Induzida

O Diagrama de Operação em Emergência de Sobradinho foi construído utilizando-se um parâmetro TS igual a 33 dias, obtido pela análise da série histórica de vazões incrementais médias diárias entre Três Marias e Sobradinho.

DIAGRAMA DE OPERACAO EM EMERGENCIA SEM SOBRECARGA INDUZIDA

RESERVATORIO DE SOBRADINHO

NIVEL DAGUA	VAZOES AFLUENTES							
	8000	8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000
392.50		8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000
392.45				8342	8811	9281	9752	10223	10695
392.40					8333	8791	9249	9709	10169
392.35						8421	8870	9321	9772
392.30						8113	8554	8997	9441
392.25							8279	8715	9153
392.20							8033	8463	8895
392.15								8233	8659
392.10								8021	8442
392.05									8239
392.00									8049
391.95									
391.90									
391.85									
391.80									
391.75									
391.70									
391.65									
391.60									
391.55									
391.50									
391.45									
391.40									
391.35									
391.30									
391.25									
391.20									
391.15									
391.10									
391.05									
391.00									
390.95									
390.90									
390.85									
390.80									
390.75									
390.70									

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a restricao

DIAGRAMA DE OPERACAO EM EMERGENCIA SEM SOBRECARGA INDUZIDA

RESERVATORIO DE SOBRADINHO

NIVEL	VAZOES AFLUENTES								
DAGUA	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500
392.50	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500
392.45	11168	11641	12115	12589	13063	13538	14014	14490	14966
392.40	10631	11093	11555	12019	12483	12947	13413	13879	14345
392.35	10225	10678	11132	11588	12044	12500	12958	13416	13875
392.30	9886	10332	10780	11228	11677	12127	12578	13029	13482
392.25	9591	10031	10472	10914	11357	11802	12247	12693	13139
392.20	9327	9761	10197	10633	11071	11510	11950	12390	12832
392.15	9086	9515	9945	10377	10810	11243	11678	12114	12551
392.10	8864	9288	9713	10140	10568	10997	11428	11859	12292
392.05	8657	9076	9497	9919	10343	10768	11194	11621	12050
392.00	8463	8877	9294	9712	10132	10552	10975	11398	11823
391.95	8298	8709	9122	9537	9953	10370	10789	11209	11630
391.90	8141	8549	8958	9369	9782	10196	10611	11028	11446
391.85		8395	8801	9209	9618	10029	10441	10855	11270
391.80		8248	8650	9055	9461	9869	10278	10689	11101
391.75		8106	8505	8907	9310	9715	10121	10529	10938
391.70			8366	8764	9164	9566	9969	10374	10781
391.65			8230	8626	9023	9422	9823	10225	10629
391.60			8100	8492	8887	9283	9681	10080	10482
391.55				8362	8754	9148	9543	9940	10339
391.50				8237	8626	9017	9410	9804	10200
391.45				8114	8501	8889	9279	9672	10065
391.40					8379	8765	9153	9543	9934
391.35					8261	8644	9030	9417	9806
391.30					8145	8526	8909	9294	9681
391.25					8033	8411	8792	9175	9559
391.20						8299	8677	9058	9440
391.15						8189	8565	8943	9324
391.10						8082	8456	8832	9210
391.05							8348	8722	9098
391.00							8243	8615	8989
390.95							8150	8519	8891
390.90							8058	8426	8796
390.85								8334	8702
390.80								8243	8610
390.75								8154	8519
390.70								8066	8429

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a restricao

DIAGRAMA DE OPERACAO EM EMERGENCIA SEM SOBRECARGA INDUZIDA

RESERVATORIO DE SOBRADINHO

NIVEL	VAZOES AFLUENTES								
DAGUA	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20500	21000
392.50	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20500	21000
392.45	15442	15919	16396	16874	17352	17830	18308	18787	19266
392.40	14812	15279	15747	16215	16684	17153	17622	18092	18562
392.35	14334	14794	15254	15716	16177	16639	17102	17565	18028
392.30	13935	14389	14843	15298	15754	16210	16667	17124	17582
392.25	13587	14035	14484	14934	15384	15835	16287	16740	17192
392.20	13274	13718	14162	14607	15053	15499	15946	16394	16842
392.15	12989	13428	13868	14308	14750	15192	15635	16078	16522
392.10	12726	13160	13596	14032	14470	14908	15346	15786	16226
392.05	12480	12910	13342	13774	14208	14642	15077	15513	15950
392.00	12248	12675	13103	13532	13962	14393	14824	15257	15690
391.95	12053	12476	12901	13327	13754	14181	14610	15040	15470
391.90	11866	12286	12708	13131	13554	13979	14405	14832	15259
391.85	11687	12104	12523	12943	13364	13786	14209	14633	15058
391.80	11514	11929	12345	12762	13180	13600	14020	14441	14864
391.75	11349	11761	12174	12588	13004	13421	13838	14257	14677
391.70	11189	11598	12009	12420	12833	13247	13663	14079	14496
391.65	11034	11441	11849	12258	12668	13080	13493	13907	14322
391.60	10884	11288	11694	12101	12509	12918	13328	13740	14153
391.55	10739	11141	11544	11948	12354	12761	13169	13578	13988
391.50	10598	10997	11398	11800	12203	12608	13014	13421	13829
391.45	10461	10857	11256	11655	12057	12459	12863	13267	13673
391.40	10327	10721	11117	11515	11914	12314	12715	13118	13522
391.35	10197	10589	10983	11378	11775	12173	12572	12973	13374
391.30	10069	10459	10851	11244	11639	12035	12432	12831	13230
391.25	9945	10333	10723	11114	11506	11900	12295	12692	13090
391.20	9824	10210	10597	10986	11377	11768	12162	12556	12952
391.15	9705	10089	10474	10861	11250	11640	12031	12423	12817
391.10	9589	9971	10354	10739	11125	11513	11903	12294	12686
391.05	9476	9855	10236	10619	11004	11390	11777	12166	12556
391.00	9364	9742	10121	10502	10885	11269	11654	12041	12430
390.95	9265	9641	10019	10398	10779	11161	11545	11930	12317
390.90	9168	9542	9918	10295	10674	11055	11437	11821	12206
390.85	9072	9445	9819	10194	10572	10951	11332	11714	12098
390.80	8978	9349	9721	10095	10471	10849	11228	11608	11990
390.75	8886	9254	9625	9998	10372	10748	11125	11504	11885
390.70	8794	9162	9531	9902	10274	10649	11025	11402	11781

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a restricao

DIAGRAMA DE OPERACAO EM EMERGENCIA SEM SOBRECARGA INDUZIDA

RESERVATORIO DE SOBRADINHO

NIVEL	VAZOES AFLUENTES								
DAGUA	21500	22000	22500	23000	23500	24000	24500	25000	25500
392.50	21500	22000	22500	22617	22617	22617	22617	22617	22617
392.45	19745	20225	20704	21184	21664	22145	22480	22480	22480
392.40	19033	19504	19975	20447	20918	21391	21863	22336	22345
392.35	18492	18957	19422	19887	20352	20818	21284	21751	22209
392.30	18041	18499	18959	19419	19879	20339	20800	21262	21724
392.25	17646	18100	18554	19009	19465	19921	20377	20834	21291
392.20	17291	17741	18191	18642	19093	19545	19997	20450	20903
392.15	16967	17413	17859	18306	18753	19201	19649	20098	20548
392.10	16668	17109	17552	17995	18439	18883	19328	19773	20219
392.05	16388	16826	17265	17704	18145	18586	19027	19469	19912
392.00	16124	16559	16995	17431	17868	18306	18744	19183	19623
391.95	15901	16333	16766	17200	17634	18069	18504	18941	19378
391.90	15688	16117	16547	16978	17410	17842	18275	18709	19143
391.85	15483	15910	16338	16766	17195	17625	18055	18487	18918
391.80	15287	15711	16136	16562	16988	17416	17844	18273	18702
391.75	15098	15519	15942	16365	16789	17214	17640	18067	18494
391.70	14915	15334	15754	16175	16597	17020	17443	17868	18293
391.65	14738	15155	15572	15991	16411	16831	17253	17675	18098
391.60	14566	14981	15397	15813	16231	16649	17068	17488	17909
391.55	14400	14812	15226	15640	16055	16472	16889	17307	17725
391.50	14238	14648	15059	15472	15885	16299	16714	17130	17547
391.45	14081	14489	14898	15308	15719	16132	16545	16959	17373
391.40	13927	14333	14740	15149	15558	15968	16379	16791	17204
391.35	13777	14182	14587	14993	15400	15809	16218	16628	17039
391.30	13631	14034	14437	14841	15247	15653	16060	16469	16878
391.25	13489	13889	14290	14693	15096	15501	15906	16313	16720
391.20	13349	13748	14147	14548	14949	15352	15756	16161	16566
391.15	13213	13609	14007	14406	14805	15206	15608	16011	16415
391.10	13079	13474	13870	14266	14665	15064	15464	15865	16267
391.05	12948	13341	13735	14130	14526	14924	15322	15722	16123
391.00	12820	13211	13603	13996	14391	14787	15184	15582	15981
390.95	12705	13095	13486	13878	14271	14665	15060	15457	15854
390.90	12593	12981	13370	13761	14152	14545	14939	15334	15730
390.85	12483	12869	13257	13646	14036	14427	14819	15213	15607
390.80	12374	12759	13145	13532	13921	14311	14702	15094	15487
390.75	12267	12650	13035	13421	13808	14196	14586	14977	15369
390.70	12162	12543	12927	13311	13697	14084	14472	14861	15252

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a restricao

DIAGRAMA DE OPERACAO EM EMERGENCIA SEM SOBRECARGA INDUZIDA

RESERVATORIO DE SOBRADINHO

NIVEL DAGUA	VAZOES AFLUENTES								
	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20500	21000
390.65	8705	9070	9438	9807	10178	10551	10925	11301	11679
390.60	8616	8980	9346	9714	10083	10455	10828	11202	11578
390.55	8529	8892	9256	9622	9990	10360	10731	11104	11479
390.50	8444	8804	9167	9532	9898	10266	10636	11008	11381
390.45	8359	8718	9079	9442	9807	10174	10542	10912	11284
390.40	8276	8633	8993	9354	9718	10083	10450	10819	11189
390.35	8194	8550	8908	9268	9630	9993	10359	10726	11095
390.30	8113	8467	8823	9182	9542	9905	10269	10635	11002
390.25	8033	8385	8740	9098	9457	9817	10180	10545	10911
390.20		8305	8659	9014	9372	9731	10092	10455	10820
390.15		8226	8578	8932	9288	9646	10006	10368	10731
390.10		8147	8498	8850	9205	9562	9920	10281	10643
390.05		8070	8419	8770	9123	9479	9836	10195	10555
390.00			8341	8691	9043	9397	9752	10110	10469
389.95			8270	8619	8970	9322	9677	10033	10391
389.90			8201	8548	8897	9249	9602	9957	10314
389.85			8132	8478	8826	9176	9528	9882	10238
389.80			8063	8408	8755	9104	9455	9808	10162
389.75				8339	8685	9033	9383	9734	10088
389.70				8271	8616	8962	9311	9661	10014
389.65				8204	8547	8893	9240	9589	9940
389.60				8137	8479	8823	9170	9518	9868
389.55				8071	8412	8755	9100	9447	9796
389.50				8006	8345	8687	9031	9377	9725
389.45					8279	8620	8963	9308	9654
389.40					8214	8554	8895	9239	9584
389.35					8149	8488	8828	9171	9515
389.30					8085	8422	8762	9103	9447
389.25					8022	8358	8696	9036	9379
389.20						8294	8631	8970	9311
389.15						8230	8566	8904	9245
389.10						8167	8502	8839	9178
389.05						8105	8439	8775	9113
389.00						8043	8376	8711	9048
388.95							8319	8653	8989
388.90							8263	8596	8931
388.85							8207	8539	8873

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a restricao

DIAGRAMA DE OPERACAO EM EMERGENCIA SEM SOBRECARGA INDUZIDA

RESERVATORIO DE SOBRADINHO

NIVEL	VAZOES AFLUENTES								
DAGUA	21500	22000	22500	23000	23500	24000	24500	25000	25500
390.65	12058	12438	12820	13203	13587	13973	14360	14748	15137
390.60	11955	12334	12715	13096	13479	13864	14249	14636	15023
390.55	11855	12232	12611	12991	13373	13756	14140	14525	14911
390.50	11755	12131	12509	12888	13268	13650	14032	14416	14801
390.45	11657	12032	12408	12786	13165	13545	13926	14309	14692
390.40	11561	11934	12309	12685	13062	13441	13821	14203	14585
390.35	11465	11837	12211	12585	12962	13339	13718	14098	14479
390.30	11371	11742	12114	12487	12862	13238	13616	13995	14374
390.25	11278	11647	12018	12390	12764	13139	13515	13893	14271
390.20	11186	11554	11924	12295	12667	13041	13415	13792	14169
390.15	11096	11462	11830	12200	12571	12943	13317	13692	14068
390.10	11006	11372	11738	12107	12476	12848	13220	13594	13969
390.05	10918	11282	11647	12014	12383	12753	13124	13497	13870
390.00	10831	11193	11557	11923	12290	12659	13029	13401	13773
389.95	10751	11113	11476	11841	12207	12574	12943	13314	13685
389.90	10673	11033	11395	11759	12124	12490	12858	13227	13598
389.85	10596	10955	11316	11678	12042	12407	12774	13142	13512
389.80	10519	10877	11237	11598	11961	12325	12691	13058	13426
389.75	10443	10800	11158	11519	11880	12244	12608	12974	13342
389.70	10368	10724	11081	11440	11801	12163	12527	12891	13258
389.65	10293	10648	11004	11362	11722	12083	12446	12809	13175
389.60	10220	10573	10929	11286	11644	12004	12365	12728	13093
389.55	10147	10499	10853	11209	11567	11926	12286	12648	13011
389.50	10074	10426	10779	11134	11490	11848	12207	12568	12930
389.45	10003	10353	10705	11059	11414	11771	12129	12489	12851
389.40	9932	10281	10632	10985	11339	11695	12052	12411	12771
389.35	9862	10210	10560	10911	11264	11619	11976	12334	12693
389.30	9792	10139	10488	10838	11191	11544	11900	12257	12615
389.25	9723	10069	10417	10766	11117	11470	11825	12180	12538
389.20	9654	10000	10346	10695	11045	11397	11750	12105	12461
389.15	9587	9931	10276	10624	10973	11324	11676	12030	12385
389.10	9519	9862	10207	10554	10902	11251	11603	11956	12310
389.05	9453	9795	10138	10484	10831	11180	11530	11882	12236
389.00	9387	9728	10070	10415	10761	11109	11458	11809	12162
388.95	9327	9667	10009	10352	10698	11045	11393	11743	12095
388.90	9268	9607	9948	10291	10635	10981	11329	11678	12029
388.85	9209	9548	9888	10229	10573	10918	11265	11613	11963

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a restricao

DIAGRAMA DE OPERACAO EM EMERGENCIA SEM SOBRECARGA INDUZIDA

RESERVATORIO DE SOBRADINHO

NIVEL	VAZOES AFLUENTES								
DAGUA	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20500	21000
388.80							8152	8483	8816
388.75							8097	8427	8759
388.70							8042	8372	8703
388.65								8316	8647
388.60								8262	8591
388.55								8207	8536
388.50								8154	8481
388.45								8100	8427
388.40								8047	8373
388.35									8319
388.30									8266
388.25									8213
388.20									8160
388.15									8108
388.10									8056
388.05									8005
388.00									
387.95									
387.90									
387.85									
387.80									
387.75									
387.70									
387.65									
387.60									
387.55									
387.50									
387.45									
387.40									
387.35									
387.30									
387.25									
387.20									
387.15									
387.10									
387.05									
387.00									

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a restricao

DIAGRAMA DE OPERACAO EM EMERGENCIA SEM SOBRECARGA INDUZIDA

RESERVATORIO DE SOBRADINHO

NIVEL DAGUA	VAZOES AFLUENTES								
	21500	22000	22500	23000	23500	24000	24500	25000	25500
388.80	9151	9488	9827	10168	10511	10855	11201	11549	11898
388.75	9094	9430	9768	10108	10450	10793	11138	11485	11833
388.70	9036	9372	9709	10048	10389	10732	11076	11422	11769
388.65	8979	9314	9650	9988	10328	10670	11014	11359	11705
388.60	8923	9256	9592	9929	10268	10609	10952	11296	11642
388.55	8867	9199	9534	9870	10209	10549	10891	11234	11579
388.50	8811	9143	9477	9812	10150	10489	10830	11172	11516
388.45	8756	9087	9420	9754	10091	10429	10769	11111	11454
388.40	8701	9031	9363	9697	10033	10370	10709	11050	11393
388.35	8646	8975	9307	9640	9975	10311	10650	10990	11332
388.30	8592	8920	9251	9583	9917	10253	10590	10930	11271
388.25	8538	8866	9195	9527	9860	10195	10532	10870	11210
388.20	8485	8811	9140	9471	9803	10137	10473	10811	11150
388.15	8432	8758	9085	9415	9747	10080	10415	10752	11091
388.10	8379	8704	9031	9360	9690	10023	10357	10694	11031
388.05	8327	8651	8977	9305	9635	9966	10300	10635	10972
388.00	8275	8598	8923	9250	9579	9910	10243	10578	10914
387.95	8228	8550	8875	9201	9530	9860	10192	10526	10861
387.90	8181	8503	8827	9153	9480	9810	10141	10474	10809
387.85	8135	8456	8779	9104	9431	9760	10090	10423	10757
387.80	8089	8409	8731	9056	9382	9710	10040	10372	10705
387.75	8044	8363	8684	9008	9333	9661	9990	10321	10654
387.70		8317	8637	8960	9285	9612	9940	10270	10602
387.65		8271	8591	8913	9237	9563	9890	10220	10551
387.60		8225	8544	8866	9189	9514	9841	10170	10501
387.55		8180	8498	8819	9141	9466	9792	10120	10450
387.50		8135	8452	8772	9094	9418	9744	10071	10400
387.45		8090	8407	8726	9047	9370	9695	10022	10351
387.40		8045	8361	8680	9000	9323	9647	9973	10301
387.35		8001	8316	8634	8954	9275	9599	9924	10252
387.30			8271	8588	8907	9228	9551	9876	10162
387.25			8227	8543	8861	9182	9504	9828	10061
387.20			8182	8498	8815	9135	9457	9780	9959
387.15			8138	8453	8770	9089	9410	9732	9858
387.10			8094	8408	8724	9043	9363	9685	9757
387.05			8050	8364	8679	8997	9316	9638	9657
387.00			8007	8320	8634	8951	9270	9557	9557

obs: I) vazio indica defluência menor ou igual a restrição

2 Sobradinho - Com Sobrecarga Induzida

DIAGRAMA DE OPERACAO EM EMERGENCIA COM SOBRECARGA INDUZIDA

RESERVATORIO DE SOBRADINHO

NIVEL DAGUA	VAZOES AFLUENTES								
	8000	8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000
393.50		8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000
393.45		8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000
393.40		8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000
393.35		8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000
393.30		8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000
393.25		8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000
393.20		8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000
393.15		8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000
393.10		8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000
393.05		8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000
393.00		8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000
392.95		8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000
392.90		8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000
392.85		8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000
392.80		8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000
392.75		8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000
392.70		8500	9000	9500	10000	10500	11000	11412	11571
392.65		8500	9000	9500	10000	10500	10669	10839	11058
392.60		8500	9000	9500	9771	9927	10144	10391	10659
392.55		8500	8879	9017	9229	9477	9747	10030	10323
392.50		8108	8315	8563	8835	9120	9416	9719	10028
392.45				8212	8510	8816	9128	9444	9763
392.40					8230	8548	8870	9194	9520
392.35						8307	8635	8965	9295
392.30						8085	8418	8752	9086
392.25							8216	8552	8889
392.20							8026	8364	8703
392.15								8186	8526
392.10								8017	8357
392.05									8195
392.00									8041
391.95									
391.90									
391.85									
391.80									
391.75									
391.70									

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a restricao
II) x indica defluencia maior que a vazao maxima de sobrecarga induzida

DIAGRAMA DE OPERACAO EM EMERGENCIA COM SOBRECARGA INDUZIDA

RESERVATORIO DE SOBRADINHO

NIVEL DAGUA	VAZOES AFLUENTES								
	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500
393.50	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500
393.45	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500
393.40	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500
393.35	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500
393.30	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500
393.25	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500
393.20	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500
393.15	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500
393.10	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500
393.05	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500
393.00	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500
392.95	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	15800	15942
392.90	12500	13000	13500	14000	14500	14825	14937	15200	15401
392.85	12500	13000	13500	14000	14012	14291	14488	14715	14963
392.80	12500	13000	13247	13383	13575	13801	14048	14311	14585
392.75	12331	12476	12662	12887	13134	13398	13673	13958	14250
392.70	11750	11972	12220	12485	12762	13049	13342	13642	13946
392.65	11306	11572	11851	12139	12435	12737	13043	13353	13666
392.60	10940	11231	11529	11833	12141	12453	12768	13086	13405
392.55	10623	10929	11240	11554	11871	12191	12513	12836	13161
392.50	10341	10657	10977	11298	11622	11947	12274	12602	12931
392.45	10084	10408	10734	11061	11389	11718	12049	12380	12712
392.40	9848	10177	10507	10838	11170	11502	11836	12170	12504
392.35	9627	9960	10294	10628	10962	11297	11633	11969	12305
392.30	9421	9756	10092	10428	10765	11102	11439	11776	12114
392.25	9226	9563	9901	10239	10577	10915	11253	11592	11930
392.20	9041	9380	9719	10058	10397	10736	11075	11414	11754
392.15	8865	9205	9544	9884	10224	10563	10903	11243	11583
392.10	8697	9037	9377	9717	10057	10397	10737	11078	11418
392.05	8536	8876	9216	9556	9897	10237	10577	10917	11258
392.00	8381	8721	9061	9401	9742	10082	10422	10762	11102
391.95	8247	8587	8927	9267	9607	9947	10287	10627	10967
391.90	8118	8457	8797	9137	9476	9816	10156	10495	10835
391.85		8331	8671	9010	9349	9688	10028	10367	10707
391.80		8209	8548	8886	9225	9564	9903	10242	10581
391.75		8090	8428	8766	9104	9442	9781	10119	10458
391.70			8311	8648	8986	9324	9661	10000	10338

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a restricao
II) x indica defluencia maior que a vazao maxima de sobrecarga induzida

DIAGRAMA DE OPERACAO EM EMERGENCIA COM SOBRECARGA INDUZIDA

RESERVATORIO DE SOBRADINHO

NIVEL	VAZOES AFLUENTES								
DAGUA	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20500	21000
393.50	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20500	21000
393.45	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20500	21000
393.40	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20500	21000
393.35	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20500	21000
393.30	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20500	21000
393.25	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20500	21000
393.20	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20205	20025
393.15	17000	17500	18000	18500	19000	19212	19412	19565	19754
393.10	17000	17500	18000	18237	18514	18658	18843	19055	19287
393.05	17000	17500	17562	17751	17931	18141	18373	18620	18879
393.00	16662	16846	17020	17228	17459	17706	17965	18235	18512
392.95	16110	16315	16544	16792	17052	17322	17601	17887	18178
392.90	15630	15877	16138	16410	16690	16977	17269	17566	17867
392.85	15225	15498	15779	16067	16362	16660	16963	17269	17578
392.80	14868	15158	15454	15755	16059	16367	16677	16990	17306
392.75	14548	14850	15156	15465	15778	16092	16409	16728	17048
392.70	14254	14565	14879	15195	15514	15834	16156	16479	16803
392.65	13982	14299	14619	14941	15264	15589	15914	16241	16569
392.60	13727	14050	14375	14701	15028	15356	15685	16014	16345
392.55	13487	13815	14143	14472	14802	15133	15465	15797	16129
392.50	13260	13591	13922	14254	14587	14920	15254	15587	15922
392.45	13045	13378	13712	14046	14380	14715	15050	15386	15722
392.40	12839	13174	13509	13845	14181	14518	14854	15191	15528
392.35	12641	12978	13315	13652	13990	14327	14665	15003	15340
392.30	12452	12790	13128	13466	13804	14143	14481	14820	15158
392.25	12269	12608	12947	13286	13625	13964	14303	14642	14982
392.20	12093	12433	12772	13112	13451	13791	14130	14470	14810
392.15	11923	12263	12602	12942	13282	13622	13962	14302	14642
392.10	11758	12098	12438	12778	13118	13458	13799	14139	14479
392.05	11598	11938	12278	12618	12959	13299	13639	13979	14319
392.00	11442	11783	12123	12463	12803	13143	13484	13824	14164
391.95	11307	11647	11987	12327	12667	13008	13348	13688	14028
391.90	11175	11515	11855	12195	12535	12875	13214	13554	13894
391.85	11046	11386	11725	12065	12405	12744	13084	13424	13763
391.80	10920	11259	11598	11938	12277	12616	12956	13295	13635
391.75	10797	11135	11474	11813	12152	12491	12830	13170	13509
391.70	10676	11014	11353	11691	12030	12368	12707	13046	13385

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a restricao
II) x indica defluencia maior que a vazao maxima de sobrecarga induzida

DIAGRAMA DE OPERACAO EM EMERGENCIA COM SOBRECARGA INDUZIDA

RESERVATORIO DE SOBRADINHO

NIVEL	VAZOES AFLUENTES								
DAGUA	21500	22000	22500	23000	23500	24000	24500	25000	25500
393.50	21500	22000	22500	23000	23500	24000	24500	25000	x
393.45	21500	22000	22500	23000	23500	24000	24500	24362	24685
393.40	21500	22000	22500	23000	23500	23600	23784	23933	24113
393.35	21500	22000	22500	22625	22885	23026	23202	23404	23625
393.30	21500	21650	21988	21875	22292	22491	22710	22945	23192
393.25	20993	20950	21383	21579	21797	22031	22277	22534	22800
393.20	20474	20667	20883	21116	21363	21621	21887	22160	22440
393.15	19969	20202	20449	20707	20974	21248	21529	21815	22105
393.10	19534	19793	20061	20336	20618	20905	21196	21492	21791
393.05	19148	19424	19707	19995	20288	20585	20885	21189	21495
393.00	18796	19086	19380	19679	19980	20285	20592	20902	21214
392.95	18473	18773	19076	19382	19691	20002	20315	20630	20946
392.90	18172	18480	18790	19102	19416	19733	20050	20370	20690
392.85	17890	18203	18519	18837	19156	19476	19798	20121	20444
392.80	17623	17942	18262	18584	18907	19230	19555	19881	20208
392.75	17369	17693	18017	18342	18668	18995	19323	19651	19980
392.70	17128	17455	17782	18110	18439	18768	19098	19429	19760
392.65	16897	17226	17556	17887	18218	18549	18881	19214	19546
392.60	16676	17007	17339	17672	18004	18338	18671	19005	19339
392.55	16462	16796	17129	17463	17798	18133	18468	18803	19139
392.50	16256	16592	16927	17262	17598	17934	18270	18607	18943
392.45	16058	16394	16731	17067	17404	17741	18078	18415	18753
392.40	15865	16203	16540	16878	17215	17553	17891	18229	18567
392.35	15679	16017	16355	16693	17032	17370	17709	18048	18386
392.30	15497	15836	16175	16514	16853	17192	17531	17870	18210
392.25	15321	15660	16000	16339	16679	17018	17358	17697	18037
392.20	15149	15489	15829	16169	16509	16848	17188	17528	17868
392.15	14982	15322	15662	16002	16342	16682	17022	17362	17702
392.10	14819	15159	15499	15840	16180	16520	16860	17200	17540
392.05	14660	15000	15340	15680	16021	16361	16701	17041	17381
392.00	14504	14844	15184	15525	15865	16205	16545	16885	17226
391.95	14368	14708	15048	15388	15728	16069	16409	16749	17089
391.90	14234	14574	14914	15254	15594	15934	16274	16614	16954
391.85	14103	14443	14783	15123	15463	15802	16142	16482	16822
391.80	13974	14314	14654	14993	15333	15672	16012	16352	16692
391.75	13848	14187	14527	14866	15205	15545	15884	16224	16563
391.70	13724	14063	14402	14741	15080	15419	15758	16098	16437

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a restricao
II) x indica defluencia maior que a vazao maxima de sobrecarga induzida

DIAGRAMA DE OPERACAO EM EMERGENCIA COM SOBRECARGA INDUZIDA

RESERVATORIO DE SOBRADINHO

NIVEL	VAZOES AFLUENTES								
DAGUA	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500
391.65			8197	8533	8870	9207	9545	9882	10220
391.60			8085	8421	8757	9094	9430	9767	10104
391.55				8312	8647	8983	9319	9655	9991
391.50				8204	8539	8874	9209	9544	9880
391.45				8099	8433	8767	9101	9436	9771
391.40					8329	8662	8996	9329	9664
391.35					8227	8559	8892	9225	9558
391.30					8127	8458	8790	9122	9455
391.25					8029	8359	8690	9021	9353
391.20						8262	8592	8922	9253
391.15						8166	8495	8825	9155
391.10						8072	8400	8729	9058
391.05							8306	8634	8963
391.00							8214	8541	8869
390.95							8132	8458	8785
390.90							8051	8376	8702
390.85								8295	8620
390.80								8216	8540
390.75								8137	8460
390.70								8059	8381
390.65									8304
390.60									8227
390.55									8151
390.50									8076
390.45									8002
390.40									
390.35									
390.30									
390.25									
390.20									
390.15									
390.10									
390.05									
390.00									
389.95									
389.90									
389.85									

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a restricao
II) x indica defluencia maior que a vazao maxima de sobrecarga induzida

DIAGRAMA DE OPERACAO EM EMERGENCIA COM SOBRECARGA INDUZIDA

RESERVATORIO DE SOBRADINHO

NIVEL	VAZOES AFLUENTES								
DAGUA	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20500	21000
391.65	10557	10895	11233	11571	11909	12248	12586	12924	13263
391.60	10441	10779	11116	11454	11791	12129	12467	12805	13143
391.55	10327	10664	11001	11338	11675	12012	12350	12687	13025
391.50	10216	10552	10888	11224	11561	11898	12235	12572	12909
391.45	10106	10441	10777	11113	11449	11785	12122	12458	12795
391.40	9998	10333	10668	11003	11339	11674	12010	12346	12682
391.35	9892	10226	10561	10895	11230	11565	11900	12236	12571
391.30	9788	10121	10455	10789	11123	11458	11792	12127	12462
391.25	9686	10018	10351	10684	11018	11352	11686	12020	12355
391.20	9585	9917	10249	10581	10914	11247	11581	11914	12248
391.15	9486	9817	10148	10480	10812	11144	11477	11810	12144
391.10	9388	9718	10049	10380	10711	11043	11375	11708	12040
391.05	9292	9621	9951	10281	10612	10943	11275	11606	11938
391.00	9197	9525	9855	10184	10514	10844	11175	11506	11838
390.95	9112	9440	9768	10097	10427	10756	11086	11417	11748
390.90	9029	9356	9683	10011	10340	10669	10999	11329	11659
390.85	8946	9272	9599	9927	10255	10583	10912	11241	11571
390.80	8865	9190	9516	9843	10170	10498	10826	11155	11484
390.75	8784	9109	9434	9760	10087	10414	10741	11069	11398
390.70	8705	9029	9353	9678	10004	10330	10657	10985	11312
390.65	8626	8949	9273	9598	9923	10248	10574	10901	11228
390.60	8548	8871	9194	9518	9842	10167	10492	10818	11145
390.55	8472	8793	9115	9438	9762	10086	10411	10736	11062
390.50	8396	8717	9038	9360	9683	10007	10331	10655	10981
390.45	8321	8641	8961	9283	9605	9928	10251	10575	10900
390.40	8247	8566	8886	9206	9528	9850	10172	10496	10820
390.35	8173	8492	8811	9131	9451	9773	10095	10417	10740
390.30	8101	8418	8737	9056	9376	9696	10017	10339	10662
390.25	8029	8346	8663	8982	9301	9620	9941	10262	10584
390.20		8274	8591	8908	9226	9546	9865	10186	10507
390.15		8203	8519	8835	9153	9471	9790	10110	10431
390.10		8133	8447	8763	9080	9398	9716	10035	10355
390.05		8063	8377	8692	9008	9325	9643	9961	10280
390.00			8307	8622	8937	9253	9570	9888	10206
389.95			8244	8558	8872	9187	9504	9821	10139
389.90			8181	8494	8808	9123	9438	9755	10072
389.85			8119	8431	8744	9058	9373	9689	10005

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a restricao
II) x indica defluencia maior que a vazao maxima de sobrecarga induzida

DIAGRAMA DE OPERACAO EM EMERGENCIA COM SOBRECARGA INDUZIDA

RESERVATORIO DE SOBRADINHO

NIVEL	VAZOES AFLUENTES								
DAGUA	21500	22000	22500	23000	23500	24000	24500	25000	25500
391.65	13601	13940	14279	14618	14956	15295	15634	15973	16312
391.60	13481	13820	14158	14496	14835	15173	15512	15850	16189
391.55	13363	13701	14039	14377	14715	15053	15391	15730	16068
391.50	13246	13584	13921	14259	14597	14935	15272	15610	15948
391.45	13132	13469	13806	14143	14480	14818	15155	15493	15831
391.40	13019	13355	13692	14029	14366	14702	15040	15377	15714
391.35	12907	13243	13579	13916	14252	14589	14925	15262	15599
391.30	12798	13133	13469	13804	14140	14477	14813	15149	15486
391.25	12689	13024	13359	13695	14030	14366	14702	15038	15374
391.20	12583	12917	13252	13586	13921	14257	14592	14927	15263
391.15	12477	12811	13145	13479	13814	14149	14483	14818	15154
391.10	12373	12707	13040	13374	13708	14042	14376	14711	15046
391.05	12271	12604	12936	13270	13603	13937	14270	14605	14939
391.00	12170	12502	12834	13167	13499	13833	14166	14500	14833
390.95	12079	12410	12742	13074	13407	13739	14072	14405	14739
390.90	11989	12320	12652	12983	13315	13647	13979	14312	14645
390.85	11901	12231	12562	12893	13224	13556	13888	14220	14552
390.80	11813	12143	12473	12804	13134	13465	13797	14128	14460
390.75	11726	12056	12385	12715	13045	13376	13707	14038	14370
390.70	11641	11969	12298	12628	12957	13287	13618	13948	14279
390.65	11556	11884	12212	12541	12870	13200	13530	13860	14190
390.60	11472	11799	12127	12455	12784	13113	13442	13772	14102
390.55	11389	11715	12043	12370	12698	13027	13356	13685	14014
390.50	11306	11632	11959	12286	12614	12941	13270	13598	13927
390.45	11225	11550	11876	12203	12530	12857	13185	13513	13841
390.40	11144	11469	11794	12120	12447	12773	13101	13428	13756
390.35	11064	11388	11713	12039	12364	12691	13017	13344	13672
390.30	10985	11309	11633	11958	12283	12608	12934	13261	13588
390.25	10907	11230	11553	11877	12202	12527	12852	13178	13505
390.20	10829	11151	11474	11798	12122	12446	12771	13097	13422
390.15	10752	11074	11396	11719	12042	12366	12691	13015	13341
390.10	10676	10997	11318	11641	11964	12287	12611	12935	13260
390.05	10600	10920	11242	11563	11885	12208	12531	12855	13179
390.00	10525	10845	11165	11486	11808	12130	12453	12776	13100
389.95	10457	10776	11096	11417	11738	12059	12382	12704	13027
389.90	10390	10708	11028	11347	11668	11989	12311	12633	12955
389.85	10323	10641	10959	11279	11599	11919	12240	12562	12884

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a restricao
II) x indica defluencia maior que a vazao maxima de sobrecarga induzida

DIAGRAMA DE OPERACAO EM EMERGENCIA COM SOBRECARGA INDUZIDA

RESERVATORIO DE SOBRADINHO

NIVEL DAGUA	VAZOES AFLUENTES								
	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20500	21000
389.80			8057	8369	8681	8994	9309	9624	9940
389.75				8307	8619	8931	9245	9559	9874
389.70				8246	8556	8868	9181	9495	9810
389.65				8185	8495	8806	9118	9431	9745
389.60				8124	8434	8744	9056	9368	9682
389.55				8064	8373	8683	8994	9306	9618
389.50				8005	8313	8622	8933	9244	9556
389.45					8254	8562	8872	9182	9493
389.40					8194	8502	8811	9121	9432
389.35					8136	8443	8751	9060	9370
389.30					8077	8384	8691	9000	9309
389.25					8020	8325	8632	8940	9249
389.20						8267	8573	8880	9189
389.15						8210	8515	8821	9129
389.10						8152	8457	8763	9070
389.05						8096	8400	8705	9011
389.00						8039	8342	8647	8952
388.95							8291	8595	8900
388.90							8240	8543	8848
388.85							8189	8492	8795
388.80							8139	8441	8744
388.75							8088	8390	8692
388.70							8039	8339	8641
388.65								8289	8591
388.60								8239	8540
388.55								8190	8490
388.50								8141	8440
388.45								8092	8391
388.40								8043	8341
388.35									8292
388.30									8244
388.25									8195
388.20									8147
388.15									8099
388.10									8052
388.05									8004
388.00									

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a restricao
II) x indica defluencia maior que a vazao maxima de sobrecarga induzida

DIAGRAMA DE OPERACAO EM EMERGENCIA COM SOBRECARGA INDUZIDA

RESERVATORIO DE SOBRADINHO

NIVEL DAGUA	VAZOES AFLUENTES								
	21500	22000	22500	23000	23500	24000	24500	25000	25500
389.80	10256	10574	10892	11211	11530	11850	12171	12492	12813
389.75	10191	10507	10825	11143	11462	11781	12101	12422	12743
389.70	10125	10441	10758	11076	11394	11713	12032	12353	12673
389.65	10060	10376	10692	11009	11327	11645	11964	12284	12604
389.60	9996	10311	10627	10943	11260	11578	11896	12215	12535
389.55	9932	10246	10561	10877	11194	11511	11829	12147	12467
389.50	9869	10182	10497	10812	11128	11445	11762	12080	12399
389.45	9806	10119	10433	10747	11063	11379	11696	12013	12331
389.40	9743	10056	10369	10683	10998	11313	11630	11947	12264
389.35	9681	9993	10306	10619	10934	11249	11564	11881	12198
389.30	9620	9931	10243	10556	10870	11184	11499	11815	12131
389.25	9558	9869	10181	10493	10806	11120	11435	11750	12066
389.20	9498	9808	10119	10430	10743	11056	11370	11685	12000
389.15	9437	9747	10057	10368	10680	10993	11307	11621	11936
389.10	9378	9686	9996	10307	10618	10930	11243	11557	11871
389.05	9318	9626	9935	10245	10556	10868	11180	11493	11807
389.00	9259	9567	9875	10184	10495	10806	11118	11430	11744
388.95	9206	9513	9821	10130	10439	10750	11061	11373	11686
388.90	9153	9459	9767	10075	10384	10694	11005	11317	11629
388.85	9100	9406	9713	10021	10330	10639	10949	11260	11572
388.80	9048	9353	9660	9967	10275	10584	10894	11204	11516
388.75	8996	9301	9607	9913	10221	10529	10839	11149	11460
388.70	8945	9249	9554	9860	10167	10475	10784	11094	11404
388.65	8893	9197	9501	9807	10114	10421	10729	11038	11348
388.60	8842	9145	9449	9754	10060	10367	10675	10984	11293
388.55	8791	9094	9397	9702	10007	10314	10621	10929	11238
388.50	8741	9043	9346	9650	9955	10261	10568	10875	11184
388.45	8691	8992	9295	9598	9902	10208	10514	10821	11129
388.40	8641	8942	9244	9547	9850	10155	10461	10768	11075
388.35	8591	8892	9193	9495	9799	10103	10408	10714	11022
388.30	8542	8842	9143	9444	9747	10051	10356	10662	10968
388.25	8493	8792	9092	9394	9696	9999	10304	10609	10915
388.20	8444	8743	9043	9343	9645	9948	10252	10556	10862
388.15	8396	8694	8993	9293	9595	9897	10200	10504	10809
388.10	8348	8645	8944	9243	9544	9846	10149	10452	10757
388.05	8300	8597	8895	9194	9494	9795	10098	10401	10705
388.00	8252	8549	8846	9145	9444	9745	10047	10349	10653

obs: I) vazio indica defluência menor ou igual a restrição
II) x indica defluência maior que a vazão máxima de sobrecarga induzida

3 Itaparica - Sem Sobrecarga Induzida

O Diagrama de Operação em Emergência de Itaparica foi construído utilizando-se um parâmetro TS igual a 1,33 dias, obtido pela análise da série histórica de vazões incrementais médias diárias entre Sobradinho e Itaparica.

DIAGRAMA DE OPERACAO EM EMERGENCIA SEM SOBRECARGA INDUZIDA

RESERVATORIO DE ITAPARICA

NIVEL	VAZOES AFLUENTES							
DAGUA	8000	8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000
304.00		8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000
303.95							8329	8766	9205
303.90									8120
303.85									
303.80									
303.75									
303.70									
303.65									
303.60									
303.55									
303.50									
303.45									
303.40									
303.35									
303.30									
303.25									
303.20									
303.15									
303.10									
303.05									
303.00									
302.95									
302.90									
302.85									
302.80									
302.75									
302.70									
302.65									
302.60									
302.55									
302.50									
302.45									
302.40									
302.35									
302.30									
302.25									
302.20									

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a restricao

DIAGRAMA DE OPERACAO EM EMERGENCIA SEM SOBRECARGA INDUZIDA

RESERVATORIO DE ITAPARICA

NIVEL	VAZOES AFLUENTES								
DAGUA	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500
304.00	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500
303.95	9645	10086	10528	10971	11415	11861	12307	12754	13201
303.90	8535	8951	9369	9789	10210	10632	11056	11481	11907
303.85		8111	8511	8912	9316	9720	10127	10535	10944
303.80				8194	8582	8972	9364	9757	10153
303.75						8329	8708	9089	9472
303.70							8154	8524	8896
303.65								8012	8374
303.60									
303.55									
303.50									
303.45									
303.40									
303.35									
303.30									
303.25									
303.20									
303.15									
303.10									
303.05									
303.00									
302.95									
302.90									
302.85									
302.80									
302.75									
302.70									
302.65									
302.60									
302.55									
302.50									
302.45									
302.40									
302.35									
302.30									
302.25									
302.20									

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a restricao

DIAGRAMA DE OPERACAO EM EMERGENCIA SEM SOBRECARGA INDUZIDA

RESERVATORIO DE ITAPARICA

NIVEL	VAZOES AFLUENTES								
DAGUA	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20500	21000
304.00	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20500	21000
303.95	13650	14099	14549	15000	15452	15903	16356	16809	17263
303.90	12334	12762	13192	13622	14053	14485	14918	15352	15787
303.85	11355	11767	12180	12595	13011	13427	13845	14264	14684
303.80	10550	10948	11348	11749	12152	12555	12960	13367	13774
303.75	9856	10242	10630	11020	11411	11803	12197	12592	12989
303.70	9270	9646	10023	10403	10783	11166	11550	11936	12322
303.65	8739	9105	9473	9843	10214	10588	10963	11339	11717
303.60	8252	8609	8968	9329	9692	10057	10424	10792	11162
303.55		8151	8501	8854	9209	9566	9924	10285	10647
303.50			8067	8411	8758	9107	9458	9811	10166
303.45					8336	8678	9021	9367	9715
303.40						8273	8609	8948	9289
303.35							8220	8552	8886
303.30								8175	8503
303.25									8139
303.20									
303.15									
303.10									
303.05									
303.00									
302.95									
302.90									
302.85									
302.80									
302.75									
302.70									
302.65									
302.60									
302.55									
302.50									
302.45									
302.40									
302.35									
302.30									
302.25									
302.20									

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a restricao

DIAGRAMA DE OPERACAO EM EMERGENCIA SEM SOBRECARGA INDUZIDA

RESERVATORIO DE ITAPARICA

NIVEL	VAZOES AFLUENTES								
DAGUA	21500	22000	22500	23000	23500	24000	24500	25000	25500
304.00	21500	22000	22500	23000	23500	23558	23558	23558	23558
303.95	17718	18172	18628	19084	19540	19997	20454	20912	21370
303.90	16222	16658	17095	17533	17971	18410	18849	19289	19730
303.85	15105	15527	15949	16373	16797	17222	17648	18075	18502
303.80	14183	14592	15003	15414	15827	16240	16655	17070	17486
303.75	13386	13785	14185	14586	14988	15391	15796	16201	16607
303.70	12711	13100	13491	13883	14276	14670	15066	15462	15860
303.65	12097	12478	12860	13244	13629	14015	14402	14790	15180
303.60	11533	11906	12280	12656	13033	13412	13792	14172	14555
303.55	11010	11376	11742	12111	12481	12852	13224	13598	13973
303.50	10522	10881	11240	11602	11964	12329	12695	13062	13430
303.45	10064	10416	10769	11123	11479	11837	12196	12557	12919
303.40	9632	9977	10323	10671	11021	11372	11725	12080	12436
303.35	9223	9561	9901	10243	10587	10932	11279	11628	11978
303.30	8833	9166	9500	9836	10174	10513	10854	11197	11542
303.25	8463	8789	9117	9448	9780	10114	10449	10786	11126
303.20	8109	8429	8752	9077	9403	9731	10062	10394	10727
303.15		8085	8402	8721	9042	9365	9690	10017	10345
303.10			8066	8380	8696	9014	9333	9655	9979
303.05				8052	8363	8675	8990	9307	9625
303.00					8042	8350	8660	8972	9285
302.95						8036	8341	8648	8957
302.90							8033	8335	8640
302.85								8033	8333
302.80									8036
302.75									
302.70									
302.65									
302.60									
302.55									
302.50									
302.45									
302.40									
302.35									
302.30									
302.25									
302.20									

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a restrição

4 Sistema Equivalente Sobradinho/Itaparica - Sem Sobrecarga Induzida

O Diagrama de Operação em Emergência do Sistema Equivalemte Sobradinho/Itaparica foi construído utilizando-se um parâmetro TS igual a 33 dias, obtido pela análise da série histórica.

DIAGRAMA DE OPERACAO EM EMERGENCIA SEM SOBRECARGA INDUZIDA

RESERVATORIO DE SisEqv_Sobrad-Itapar

% VOL UTIL	VAZOES AFLUENTES 8000	8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000
100.00		8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000
99.00				8072	8534	8997	9461	9925	10391
98.00						8398	8846	9296	9747
97.00							8384	8823	9263
96.00							8001	8430	8860
95.00								8088	8511
94.00									8199
93.00									
92.00									
91.00									
90.00									
89.00									
88.00									
87.00									
86.00									
85.00									
84.00									
83.00									
82.00									
81.00									
80.00									
79.00									
78.00									
77.00									
76.00									
75.00									
74.00									
73.00									
72.00									
71.00									
70.00									
69.00									
68.00									
67.00									
66.00									
65.00									
64.00									

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a restrição

DIAGRAMA DE OPERACAO EM EMERGENCIA SEM SOBRECARGA INDUZIDA

RESERVATORIO DE SisEqv_Sobrad-Itapar

% VOL	VAZOES AFLUENTES								
UTIL	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500
100.00	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500
99.00	10857	11324	11791	12259	12727	13196	13666	14136	14607
98.00	10199	10652	11106	11560	12016	12472	12929	13387	13845
97.00	9704	10146	10589	11034	11479	11926	12373	12821	13270
96.00	9292	9726	10160	10596	11033	11471	11910	12350	12791
95.00	8935	9360	9787	10215	10645	11076	11507	11940	12374
94.00	8615	9034	9454	9875	10298	10722	11147	11574	12001
93.00	8325	8737	9150	9565	9982	10400	10819	11240	11662
92.00	8058	8463	8871	9280	9691	10103	10517	10932	11348
91.00		8209	8611	9014	9420	9827	10235	10645	11056
90.00			8367	8766	9166	9568	9971	10376	10783
89.00			8138	8531	8926	9323	9722	10122	10524
88.00				8309	8699	9092	9486	9882	10279
87.00				8097	8483	8871	9261	9653	10046
86.00					8277	8661	9047	9434	9824
85.00					8080	8460	8841	9225	9610
84.00						8266	8644	9024	9405
83.00						8080	8454	8830	9208
82.00							8271	8643	9017
81.00							8094	8463	8834
80.00								8288	8656
79.00								8119	8483
78.00									8316
77.00									8153
76.00									
75.00									
74.00									
73.00									
72.00									
71.00									
70.00									
69.00									
68.00									
67.00									
66.00									
65.00									
64.00									

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a restrição

DIAGRAMA DE OPERACAO EM EMERGENCIA SEM SOBRECARGA INDUZIDA

RESERVATORIO DE SisEqv_Sobrad-Itapar

% VOL	VAZOES AFLUENTES								
UTIL	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20500	21000
100.00	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20500	21000
99.00	15077	15549	16021	16493	16965	17438	17912	18385	18859
98.00	14304	14763	15224	15684	16145	16607	17069	17532	17995
97.00	13720	14170	14621	15073	15525	15978	16432	16886	17341
96.00	13233	13676	14119	14564	15009	15454	15901	16348	16796
95.00	12809	13245	13682	14120	14558	14998	15438	15879	16320
94.00	12430	12860	13291	13723	14155	14589	15023	15458	15894
93.00	12085	12509	12934	13360	13788	14216	14645	15075	15506
92.00	11766	12185	12605	13026	13448	13872	14296	14721	15147
91.00	11469	11883	12298	12715	13132	13551	13970	14391	14813
90.00	11191	11600	12011	12422	12835	13250	13665	14081	14498
89.00	10928	11333	11739	12146	12555	12965	13376	13788	14202
88.00	10679	11079	11481	11885	12289	12695	13102	13511	13920
87.00	10441	10838	11236	11635	12036	12438	12841	13246	13652
86.00	10215	10607	11001	11397	11794	12192	12592	12993	13395
85.00	9997	10386	10776	11168	11562	11956	12353	12750	13149
84.00	9789	10174	10560	10949	11339	11730	12122	12516	12912
83.00	9588	9969	10352	10737	11124	11511	11901	12292	12684
82.00	9394	9772	10152	10533	10916	11301	11687	12074	12463
81.00	9206	9581	9958	10336	10716	11097	11480	11864	12250
80.00	9025	9396	9770	10145	10521	10900	11280	11661	12044
79.00	8849	9217	9588	9959	10333	10708	11085	11464	11844
78.00	8679	9044	9411	9780	10150	10522	10896	11272	11649
77.00	8513	8875	9239	9605	9972	10342	10713	11086	11460
76.00	8352	8711	9072	9435	9799	10166	10534	10904	11276
75.00	8195	8551	8909	9269	9631	9995	10360	10728	11096
74.00	8042	8395	8750	9108	9467	9828	10191	10555	10921
73.00		8243	8596	8950	9306	9665	10025	10387	10751
72.00		8095	8445	8796	9150	9506	9863	10223	10584
71.00			8297	8646	8997	9350	9705	10062	10421
70.00			8153	8499	8848	9198	9551	9905	10261
69.00			8012	8355	8701	9049	9399	9751	10105
68.00				8215	8558	8904	9251	9601	9952
67.00				8077	8418	8761	9106	9453	9802
66.00					8281	8621	8964	9309	9656
65.00					8146	8484	8825	9167	9512
64.00					8014	8350	8688	9028	9370

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a restrição

DIAGRAMA DE OPERACAO EM EMERGENCIA SEM SOBRECARGA INDUZIDA

RESERVATORIO DE SisEqv_Sobrad-Itapar

% VOL	VAZOES AFLUENTES								
UTIL	21500	22000	22500	23000	23500	24000	24500	25000	25500
100.00	21500	22000	22500	23000	23500	24000	24500	25000	25500
99.00	19333	19808	20282	20758	21233	21709	22184	22661	23137
98.00	18458	18922	19387	19852	20317	20782	21248	21714	22181
97.00	17796	18252	18709	19165	19623	20080	20539	20997	21456
96.00	17244	17693	18143	18593	19044	19495	19947	20399	20851
95.00	16763	17206	17649	18094	18539	18984	19430	19876	20323
94.00	16331	16769	17207	17646	18085	18526	18967	19408	19850
93.00	15938	16370	16803	17237	17672	18108	18544	18980	19418
92.00	15574	16002	16431	16860	17290	17721	18153	18585	19018
91.00	15235	15659	16083	16508	16934	17361	17788	18217	18645
90.00	14917	15336	15756	16177	16599	17022	17446	17870	18295
89.00	14616	15031	15448	15865	16283	16702	17122	17542	17964
88.00	14331	14742	15155	15568	15983	16398	16814	17231	17649
87.00	14058	14466	14875	15285	15696	16108	16521	16935	17349
86.00	13798	14203	14608	15015	15422	15831	16240	16651	17062
85.00	13548	13950	14352	14755	15159	15564	15971	16378	16786
84.00	13308	13706	14105	14505	14906	15308	15712	16116	16521
83.00	13077	13472	13867	14264	14662	15062	15462	15863	16265
82.00	12854	13245	13638	14032	14427	14823	15220	15619	16018
81.00	12637	13026	13416	13807	14199	14592	14987	15382	15779
80.00	12428	12814	13201	13589	13978	14369	14760	15153	15547
79.00	12225	12608	12992	13377	13764	14152	14541	14931	15322
78.00	12028	12408	12789	13172	13556	13941	14327	14715	15103
77.00	11836	12213	12592	12972	13353	13735	14119	14504	14890
76.00	11649	12023	12400	12777	13156	13536	13917	14299	14683
75.00	11467	11839	12212	12587	12963	13341	13720	14100	14481
74.00	11289	11659	12029	12402	12776	13151	13527	13905	14284
73.00	11116	11483	11851	12221	12592	12965	13339	13714	14091
72.00	10947	11311	11677	12044	12413	12784	13155	13528	13902
71.00	10781	11143	11507	11872	12238	12606	12975	13346	13718
70.00	10619	10979	11340	11703	12067	12433	12800	13168	13538
69.00	10461	10818	11177	11537	11899	12262	12627	12994	13361
68.00	10305	10660	11017	11375	11735	12096	12459	12823	13188
67.00	10153	10506	10860	11216	11574	11933	12293	12655	13018
66.00	10004	10354	10706	11060	11415	11772	12131	12491	12852
65.00	9858	10206	10556	10907	11261	11615	11972	12329	12689
64.00	9714	10060	10408	10757	11108	11461	11815	12171	12528

obs: I) vazio indica defluencia menor ou igual a restricao

Anexo 6 Rede hidrométrica – localização das estações

Figura 15 Rede hidrométrica – localização das estações – Três Marias

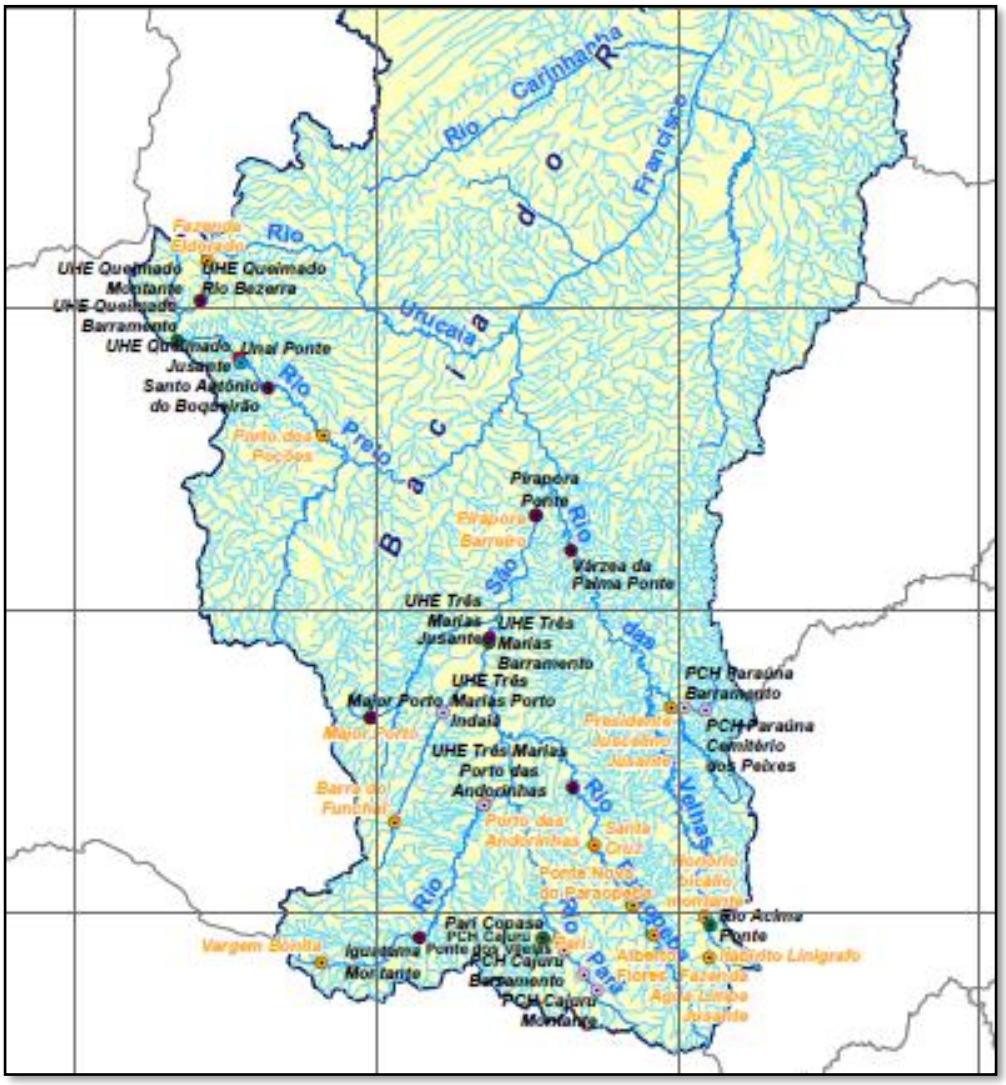


Figura 16 Rede hidrométrica – localização das estações da CHESF

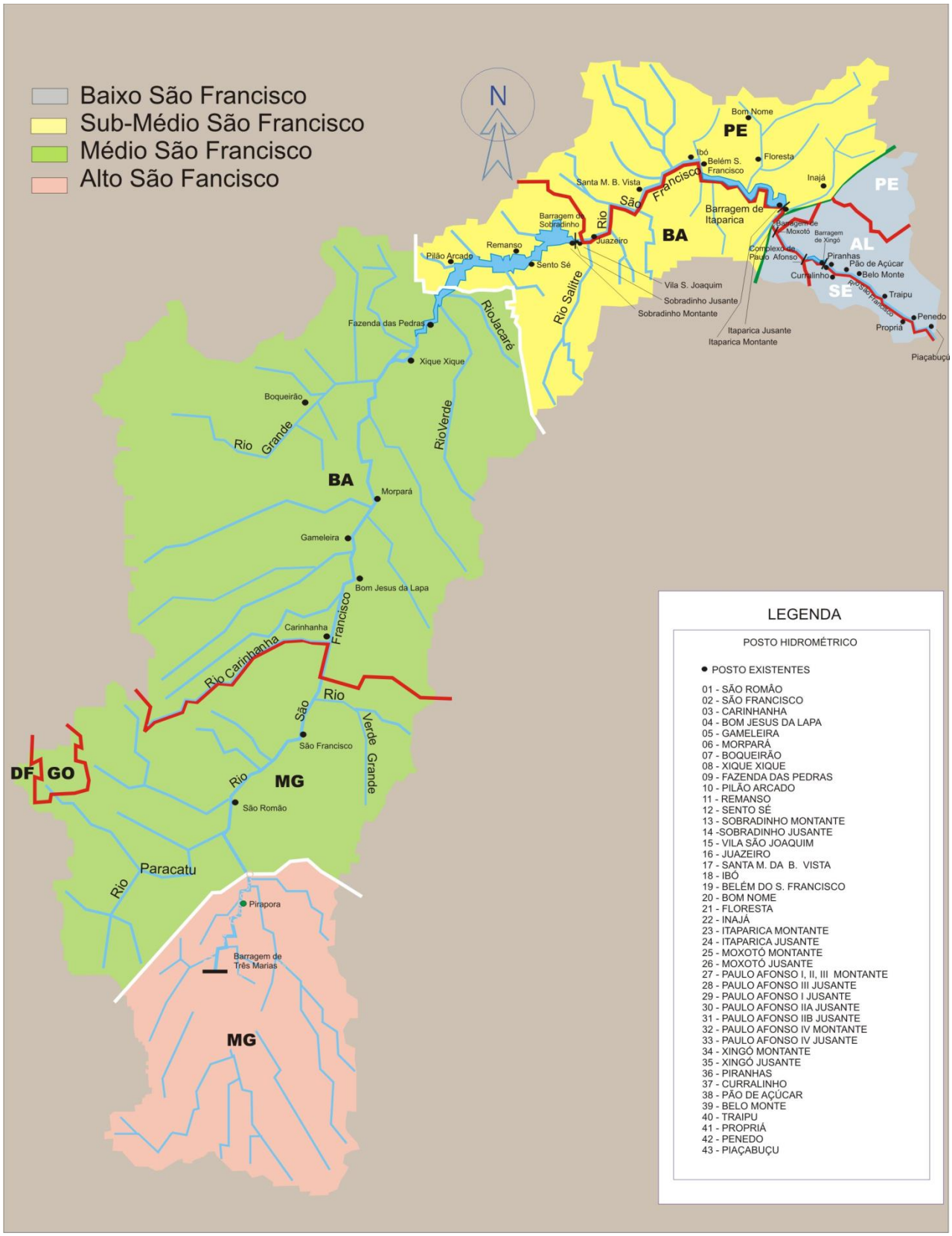
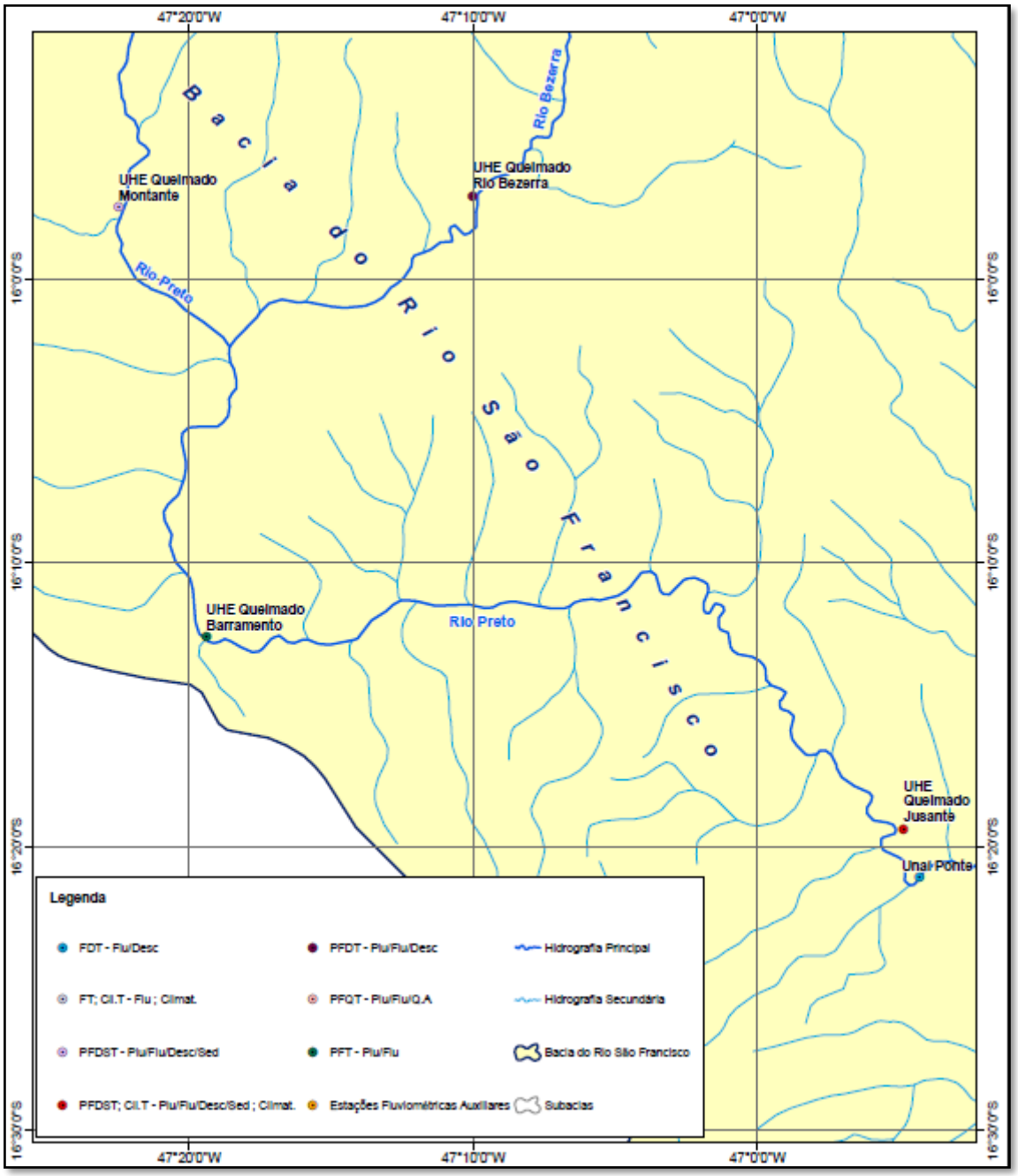


Figura 17 Rede hidrométrica – localização das estações para usina de Queimado



Anexo 7 Rede hidrométrica – características das estações

Postos da CEMIG:

Estação	Tipo	Órgão operador	Leitura de dados	Transmissão	Coleta de Dados	
					Órgão	Frequência
PCH Paraúna Barramento	LT; Cli.T	CEMIG	Registro contínuo	Ethernet/satélite	CEMIG	Horária
PCH Paraúna Cemitério dos Peixes	LT PT	CEMIG	Registro contínuo	Rádio/satélite	CEMIG	Horária
PCH Rio de Pedras Barramento	LT PT	CEMIG	Registro contínuo	Ethernet/satélite	CEMIG	Horária
PCH Rio de Pedras Montante (Faz. Vertentes)	LT PT	CEMIG	Registro contínuo	Rádio/satélite	CEMIG	Horária
PCH Rio de Pedras Rio Itabirito (AVH-040)	LT PT	CEMIG	Registro contínuo	Rádio/satélite	CEMIG	Horária
PCH Rio de Pedras Rio Maracujá (Faz. Maracujá)	FdT PT	CEMIG	Registro contínuo	Rádio/satélite	CEMIG	Horária
PCH Salto do Paraopeba Barramento	FdT PT	CEMIG	Registro contínuo	GSM/satélite	CEMIG	Horária
PCH Salto do Paraopeba Montante	FdT PT	CEMIG	Registro contínuo	GSM/satélite	CEMIG	Horária
PCH Salto do Paraopeba Ponte BR 040	LT PT	CEMIG	Registro contínuo	Rádio/satélite	CEMIG	Horária
PCH Salto do Paraopeba Rio Camapuã	FdT PT	CEMIG	Registro contínuo	GSM/satélite	CEMIG	Horária
UHE Cajuru Barramento	LT PT	CEMIG	Registro contínuo	Rádio/satélite	CEMIG	Horária
UHE Cajuru Fazenda Campo Grande	PT	CEMIG	Registro contínuo	Rádio/satélite	CEMIG	Horária
UHE Cajuru Jusante	FdT PT	CEMIG	Registro contínuo	GSM/satélite	CEMIG	Horária
UHE Cajuru Montante	FdT PT	CEMIG	Registro contínuo	Satélite	CEMIG	Horária
UHE Cajuru Ponte dos Vilelas	LT PT	CEMIG	Registro contínuo	Rádio/satélite	CEMIG	Horária
UHE Gafanhoto Barramento	LT PT; Cli.T	CEMIG	Registro contínuo	Ethernet/satélite	CEMIG	Horária
UHE Gafanhoto Porto Pará	LT PT	CEMIG	Registro contínuo	Rádio/satélite	CEMIG	Horária
UHE Queimado Jusante (Hotel Faz. Curva do Rio)	LT PT; Cli.T	CEMIG	Registro contínuo	Rádio/satélite	CEMIG	Horária
UHE Queimado Montante (Faz. Canadá)	LT PT	CEMIG	Registro contínuo	Rádio/satélite	CEMIG	Horária
UHE Queimado Rio Bezerra (Faz. Cigano)	LT PT	CEMIG	Registro contínuo	Rádio/satélite	CEMIG	Horária
UHE Três Marias Barramento	FdT PT	CEMIG	Registro contínuo	Satélite	CEMIG	Horária
UHE Três Marias Jusante	LT PT	CEMIG	Registro contínuo	Rádio/satélite	CEMIG	Horária
UHE Três Marias Porto das Andorinhas	LT PT	CEMIG	Registro contínuo	Rádio/satélite	CEMIG	Horária
UHE Três Marias Porto Indaiá	LT PT	CEMIG	Registro contínuo	Rádio/satélite	CEMIG	Horária

UHE Três Marias Porto Mesquita	LT PT	CEMIG	Registro contínuo	Rádio/satélite	CEMIG	Horária
Chapada dos Holandeses	PT	CEMIG	Registro contínuo	Satélite	CEMIG	Horária
Fazenda Bolívia	PT	CEMIG	Registro contínuo	Satélite	CEMIG	Horária
Fazenda Canto	PT	CEMIG	Registro contínuo	Satélite	CEMIG	Horária
Fazenda das Pedras	PT	CEMIG	Registro contínuo	Rádio	CEMIG	Horária
Iguatama Montante	LT PT	CEMIG	Registro contínuo	Rádio	CEMIG	Horária
Major Porto	LT PT	CEMIG	Registro contínuo	GSM/satélite	CEMIG	Horária
Pari Copasa	LT PT	CEMIG	Registro contínuo	Rádio/satélite	CEMIG	Horária
Pirapora Ponte	LT PT	CEMIG	Registro contínuo	Rádio/satélite	CEMIG	Horária
Quartel Geral	Cli.T	CEMIG	Registro contínuo	Ethernet	CEMIG	Horária
Radar Morro do Elefante	Cli.T	CEMIG	Registro contínuo	Ethernet	CEMIG	Horária
Rio Acima Ponte	PT	CEMIG	Registro contínuo	Rádio	CEMIG	Horária
Santo Antônio do Boqueirão	FdT PT	CEMIG	Registro contínuo	Satélite	CEMIG	Horária
SE Barreiro	Cli.T	CEMIG	Registro contínuo	Ethernet	CEMIG	Horária
SE Bom Despacho 3	Cli.T	CEMIG	Registro contínuo	Ethernet	CEMIG	Horária
SE Buritizeiro	Cli.T	CEMIG	Registro contínuo	Ethernet	CEMIG	Horária
SE Conselheiro Lafaiete	PT	CEMIG	Registro contínuo	Ethernet	CEMIG	Horária
SE Curvelo	Cli.T	CEMIG	Registro contínuo	Ethernet	CEMIG	Horária
SE Januária	Cli.T	CEMIG	Registro contínuo	Ethernet	CEMIG	Horária
SE Montes Claros	Cli.T	CEMIG	Registro contínuo	Ethernet	CEMIG	Horária
SE Neves 1	Cli.T	CEMIG	Registro contínuo	Ethernet	CEMIG	Horária
SE Pitangui	PT	CEMIG	Registro contínuo	Ethernet	CEMIG	Horária
SE São Gotardo 2	Cli.T	CEMIG	Registro contínuo	Ethernet	CEMIG	Horária
Sede	Cli.T	CEMIG	Registro contínuo	Ethernet	CEMIG	Horária
Serra da Canastra	Cli.T	CEMIG	Registro contínuo	Ethernet	CEMIG	Horária
Sete Lagoas EFAP	Cli.T	CEMIG	Registro contínuo	Ethernet	CEMIG	Horária
Unaí Ponte	FdT	CEMIG	Registro contínuo	Ethernet	CEMIG	Horária
UTE Igarapé	Cli.T	CEMIG	Registro contínuo	Ethernet	CEMIG	Horária
Vargem Bonita	PT	CEMIG	Registro contínuo	Rádio/satélite	CEMIG	Horária

Várzea da Palma Ponte	LT PT	CEMIG	Registro contínuo	Ethernet	CEMIG	Horária
Raposos	FdT	CEMIG	Registro contínuo	Rádio/GSM	CEMIG	Horária
Morro do Chapéu	PT	CEMIG	Registro contínuo	GSM	CEMIG	Horária

Legenda:
FdT : fluviométrica telemedida
LT: linimétrica telemedida
CliT: Climatológica telemedida
PT: Pluviométrica Telemedida

Postos da CHESF:

Estação	Tipo de dado coletado	Órgão operador	Leitura de dados	Transmissão do Agente	Resp. Coleta de dados	Freqüência
SÃO ROMÃO	FR*D / P	ANA/CPRM	7H E 17H (1)	TELEMEDIÇÃO	CHESF	DIÁRIA/HORÁRIA
SÃO FRANCISCO	FRD / P	ANA/CPRM	7H E H (1)	TELEMEDIÇÃO	CHESF	DIÁRIA
CARINHANHA	FD / P	ANA/CPRM	7H E 17H (1)	TELEFONE	CHESF	DIÁRIA
BOM JESUS DA LAPA	FRD / P	ANA/CPRM	7H E 17H (1)	TELEFONE/TELEMEDIÇÃO	CHESF	DIÁRIA/HORÁRIA
GAMELEIRA	FD / P	ANA/CPRM	7H E 17H (1)	TELEFONE	CHESF	DIÁRIA
MORPARÁ	FR*DS / P	ANA/CPRM	7H E 17H (1)	TELEFONE	CHESF	DIÁRIA
IBOTIRAMA	FRDS / P	ANA/CPRM	7H E 17H	TELEFONE	CHESF	DIÁRIA
BOQUEIRÃO	FD / P	ANA/CPRM	7H E 17H (1)	TELEFONE	CHESF	DIÁRIA
XIQUE XIQUE	FD/P	CHESF	7H E 17H	TELEFONE	CHESF	DIÁRIA
FAZENDA DAS PEDRAS	F	CHESF	7H E 17H	CARTA MENSAL	CHESF	DIÁRIA
PILÃO ARCADO	F/P	CHESF	7H E 17H	TELEFONE	CHESF	DIÁRIA
REMANSO	F/P	CHESF	7H E 17H	TELEFONE	CHESF	DIÁRIA
SENTO SÉ	F/P	CHESF	7H E 17H	TELEFONE	CHESF	DIÁRIA
VILA SÃO JOAQUIM	FRDS	CHESF	7H E 17H	TELEMEDIÇÃO	CHESF	DIÁRIA/ HORÁRIA
RODEADOURO	F	CHESF	7H E 17H	TELEFONE	CHESF	DIÁRIA
JUAZEIRO	FRDS / P	ANA/CPRM	7H E 17H (1)	TELEFONE TELEMEDIÇÃO	CHESF	DIÁRIA/HORÁRIA
STA. MA. B. VISTA	FRDS / P	ANA/CPRM	7H E 17H (1)	TELEFONE TELEMEDIÇÃO	CHESF	DIÁRIA/HORÁRIA
IBÓ	FRDS / P	ANA/CPRM	7H E 17H (1)	TELEFONE TELEMEDIÇÃO	CHESF	DIÁRIA/HORÁRIA
BELÉM S. FCO.	FRD / P	ANA/CPRM	7H E 17H (1)	TELEFONE TELEMEDIÇÃO	CHESF	DIÁRIA/HORÁRIA
PIRANHAS	FRDS / P	ANA/CPRM	7H E 17H (1)	TELEFONE TELEMEDIÇÃO	CHESF	DIÁRIA/HORÁRIA
CURRALINHO	FD / P	CHESF	7H E 17H	CARTA MENSAL	CHESF	DIÁRIA
PÃO DE AÇÚCAR	FRDS / P	ANA/CPRM	7H E 17H (1)	TELEMEDIÇÃO	CHESF	DIÁRIA/HORÁRIA
BELO MONTE	FD / P	CHESF	7H E 17H	CARTA MENSAL	CHESF	DIÁRIA
TRAIPÚ	FDS / P	ANA/CPRM	7H E 17H (1)	TELEFONE	CHESF	DIÁRIA
PROPRIÁ	FRDS / P	ANA/CPRM	7H E 17H (1)	TELEFONE/TELEMEDIÇÃO	CHESF	DIÁRIA/HORÁRIA
PENEDO	FR	CHESF	7H E 17H	TELEMEDIÇÃO	CHESF	HORÁRIA
PIAÇABUÇU	FR/P	CHESF	7H E 17H	TELEMEDIÇÃO	CHESF	HORÁRIA

LEGENDA

- F – indica estação com escala para observação do nível d´água;
- R – indica estação com registrador (limnígrafo);
- D – indica que na estação são efetuadas medições de descarga líquida;
- S – indica estação com medição de descarga sólida;
- Q – indica estação de qualidade de água;
- T – indica estação telemétrica;
- P – indica estação com pluviômetro.

* Nos postos de **SÃO ROMÃO** e **MORPARÁ** existem registradores operados pela Chesf e pela ANA

(1) em condições de cheia 7h, 12h, 1718h, 23h

Anexo 8 Principais problemas na bacia do rio São Francisco

Restrições operativas de Três Marias

Vazões maiores ou iguais a 4000 m³/s causam inundações em Pirapora, cidade situada às margens do rio São Francisco, 120 km a jusante da UHE de Três Marias. Os pátios dos dois portos fluviais nesta cidade são os primeiros pontos a serem atingidos, principalmente quando há efeito do remanso causado pelo rio das Velhas, cuja foz se situa 30 km a jusante. O controle de cheias por Três Marias é considerado efetivo apenas até este ponto do rio São Francisco.

Em todo o trecho à jusante da UHE Três Marias até Pirapora, existem diversas ilhas que vêm sendo ocupadas ao longo tempo ou são utilizadas para a agricultura de subsistência. Para vazões em Pirapora superiores a 2000 m³/s, é necessária a comunicação com o Corpo de Bombeiros de Pirapora para que seja possível a retirada de pessoas das ilhas.

Defluências de Três Marias superiores a 3500 m³/s causam extravasamentos generalizados da calha do rio São Francisco.

O controle de cheias em Pirapora exercido por Três Marias está sempre condicionado às contribuições incrementais, em especial o rio Abaeté, que em regime de cheias registra vazões da ordem de 1000 a 1500 m³/s

Defluências de Três Marias superiores a 4000 m³/s causam inundações nas instalações de piscicultura da CODEVASF e prejudicam a captação d'água do horto florestal.

Defluências de Três Marias superiores a 4400 m³/s atingem o Clube do Piraquaras, situado 5 km a jusante da barragem, na margem esquerda, dentre outras benfeitorias.

Vazões na ordem de 6500 m³/s no rio São Francisco causam inundações na cidade de São Romão, enquanto São Francisco é atingida quando as vazões chegam a 6000 m³/s no trecho das margens a montante da cidade ocupado por ribeirinhos. Vale ressaltar que a cidade de São Francisco é protegida por dique dimensionado para 17000 m³/s.

A cidade de Januária é protegida por dique dimensionado para 18000 m³/s. Entretanto vazões de 14000 m³/s causam refluxo do esgotamento sanitário e vazões de 16000 m³/s causam inundação em casas situadas na periferia.

Lista de figuras, quadros e tabelas

Figuras

Figura 1 Faixas de operação para o estabelecimento das situações de operação 11
Figura 2 Caracterização da cheia: estados presente e futuro 12
Figura 3 Caracterização dos estados de armazenamento 12
Figura 4 – Critérios para caracterização da situação de operação do reservatório de Três Marias 20
Figura 5 – Alternativas de volumes de espera do reservatório de Três Marias 20
Figura 6 - Critérios para caracterização da situação de operação do reservatório de Queimado 22
Figura 7 – Alternativas de volumes de espera do reservatório de Queimado 23
Figura 8 – Critérios para caracterização da situação de operação do reservatório de Sobradinho 24
Figura 9 – Volumes de Espera do reservatório de Sobradinho 25
Figura 10 - Critérios para caracterização da situação de operação do reservatório de Itaparica 26
Figura 11 – Volumes de Espera do reservatório de Itaparica 27
Figura 12 Avaliação semanal da situação de operação de controle de cheias – sistemas de reservatórios independentes 37
Figura 13 Avaliação diária da situação de operação de controle de cheias – sistemas de reservatórios independentes 39
Figura 14 Esquema topológico da bacia do rio São Francisco 44
Figura 15 Rede hidrométrica – localização das estações da Cemig 92
Figura 16 Rede hidrométrica – localização das estações da CHESF 93
Figura 17 Rede hidrométrica – localização das estações para usina de Queimado 94

Quadros e Tabelas

Quadro 1 Principais características dos aproveitamentos da bacia do rio São Francisco 6
Quadro 2 Caracterização das situações de operação dos sistemas de reservatórios no período de controle de cheias 7
Tabela 1 Situações de operação em função da caracterização da cheia e da análise do estado de armazenamento 13

Quadro 3 – Situação de operação do reservatório de Três Marias **19**
Quadro 4 – Situação de operação do reservatório de Queimado **22**
Quadro 5 – Situação de operação do reservatório de Sobradinho **24**
Quadro 6 – Situação de operação do reservatório de Itaparica **26**
Tabela 2 Volumes de espera de Três Marias para anos de vazões baixas **30**
Tabela 3 Trajetória para reenchimento do reservatório de Sobradinho **32**
Tabela 4 Influência do reservatório de Itaparica em Belém do São Francisco. Nível d'água esperado em Belém do São Francisco devido ao remanso **33**
Tabela 5 Volumes de espera para Itaparica em m^3x10^6 **34**
Quadro 7 Volumes de espera para controle de cheias durante a estação chuvosa 2020/2021 **46**
Quadro 8 Volumes de Espera para estabelecimento das faixas de operação em Atenção e Alerta (VEATAL) para Controle de Cheias **48**